

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-346845

(43)Date of publication of application : 05.12.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 2002-158814 (71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

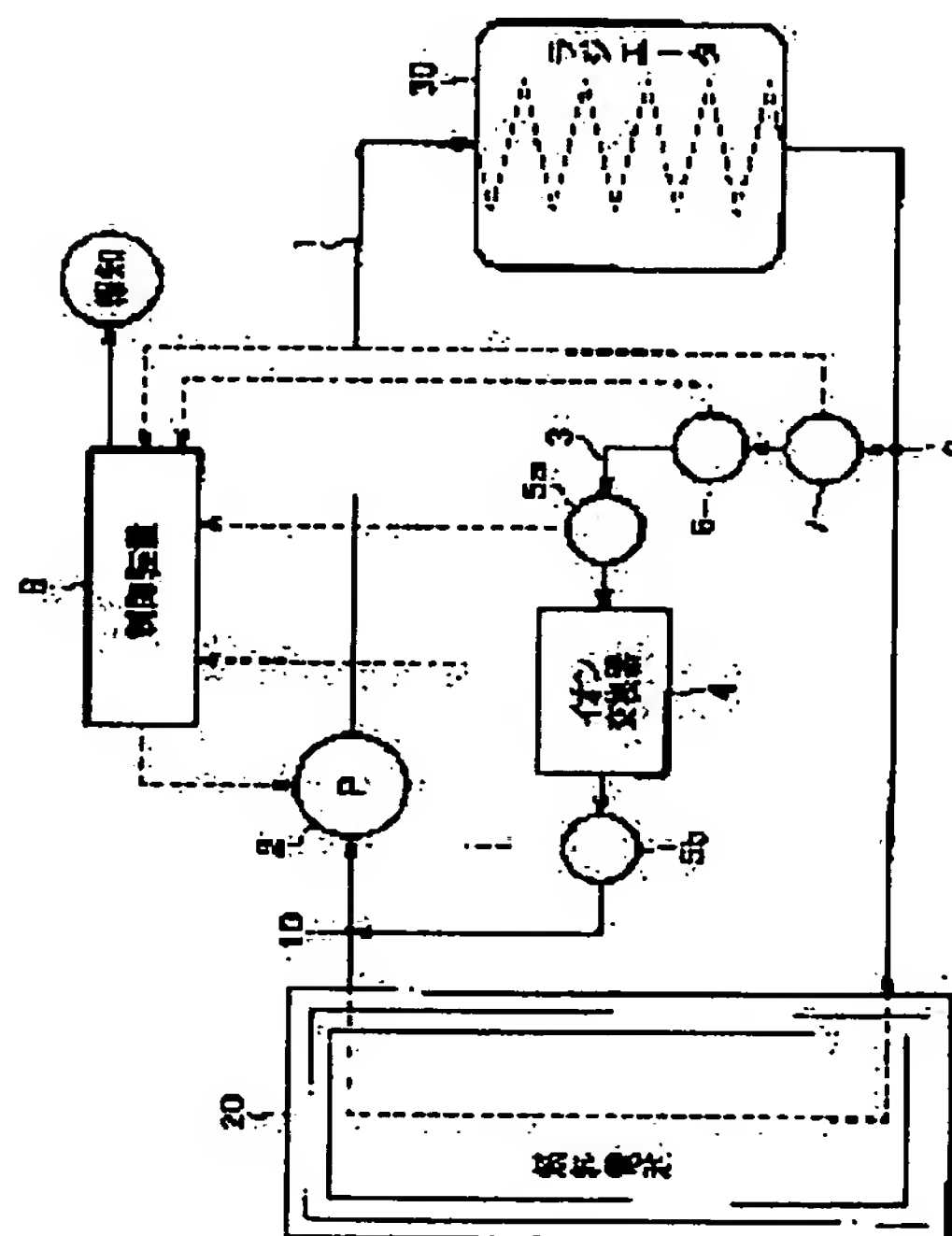
(22)Date of filing : 31.05.2002 (72)Inventor : USHIO TAKESHI  
IMAZEKI MITSU HARU  
SHIMOYAMA YOSHIRO

## (54) COOLING DEVICE OF FUEL CELL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cooling device of a fuel cell capable of accurately detecting the use rate of ion exchange resin stored in an ion exchanger.

SOLUTION: This cooling device of the fuel cell comprises a circulating route 1 for circulating cooling water between a fuel cell 20 and a radiator 30, a pump 2 installed in the circulating route 1, a bypass route 3 branched from the circulating route 1 and merging to the circulating route 1 after bypassing the fuel cell, and the ion exchanger 4 installed in the bypass route 3 to adsorb ions in the cooling water. The cooling device also comprises electric conductivity sensors 5a and 5b for measuring the electric conductivity of the cooling water at the outlet and inlet of the ion exchanger 4. The use rate of the ion exchange resin stored in the ion exchanger 4 is calculated by the ratio of the electric conductivities of the cooling water at the inlet and outlet of the ion exchanger 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The circulation path which circulates cooling water between a fuel cell and a radiator, and the cooling-water-flow means formed in this circulation path, In the cooling system which has the bypass path which branches from said circulation path, bypasses said fuel cell, and joins said circulation path, and the ion-exchange machine formed into said bypass path in order to adsorb the ion in said cooling water This cooling system has the electrical conductivity sensor which measures the electrical conductivity of cooling water at the outlet and inlet port of said ion-exchange machine. The cooling system of the fuel cell characterized by computing the activity ratio of the ion exchange resin contained in said ion-exchange machine based on the electrical conductivity of the cooling water in said inlet port and said outlet.

[Claim 2] The circulation path which circulates cooling water between a fuel cell and a radiator, and the bypass path which branches from this circulation path, bypasses said fuel cell, and joins said circulation path, In the cooling system which has the ion-exchange machine formed into said bypass path in order to adsorb the ion in said cooling water, and the cooling-water-flow means formed in said circulation path This cooling system is a cooling system of the fuel cell characterized by computing the activity ratio of the ion exchange resin which has the electrical conductivity sensor which measures the electrical conductivity of cooling water in the circulation path, and was contained in said ion-exchange machine from the fall rate of said electrical conductivity from circulation initiation of said cooling water.

[Claim 3] The cooling system of the fuel cell according to claim 1 or 2 characterized by forming the temperature sensor which measures the water temperature of said cooling water into said circulation path, and for said water temperature amending, and asking for said activity ratio.

[Claim 4] The cooling system of a fuel cell given in any 1 term of claim 1 to claim 3 characterized by forming the flow rate sensor which measures the flow rate to said ion-exchange machine of said cooling water into said bypass path, and for said flow rate amending, and asking for said activity ratio.

[Claim 5] The cooling system of a fuel cell given in any 1 term of claim 1 to claim 3 characterized by presuming the flow rate to said ion-exchange machine of said cooling water from the output of said cooling-water-flow means, and amending said electrical conductivity with said flow rate.

[Claim 6] The cooling system of the fuel cell according to claim 1 or 2 which has a flow regulation means to adjust the flow rate to said ion-exchange machine of said cooling water for said bypass path, and is characterized by controlling said flow regulation means and adjusting the flow rate of the cooling water to said ion-exchange machine with the activity ratio of said ion exchange resin.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the cooling system in a fuel cell generation-of-electrical-energy system.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to prevent the liquid junction phenomenon through cooling water generally in the cooling system which cools a fuel cell with cooling water, advanced electric insulation is required of cooling water. Therefore, the electric insulation of cooling water is maintained by forming the ion-exchange machine with which ion exchange resin was contained in a cooling path, making an ion-exchange machine circulate through the cooling water of a fixed-among cooling water which circulates through cooling path rate, and making the ion in cooling water stick to ion exchange resin.

[0003] Ion exchange resin loses the ion adsorption capacity force gradually by adsorbing the ion in cooling water. If the ion adsorption capacity force of ion exchange resin falls to the degree of pole, the danger that it will become impossible to already adsorb the ion in cooling water fully, the electric insulation of cooling water will no longer be maintained, and a liquid junction phenomenon will occur increases.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is made in view of such a trouble, and let it be a technical problem to offer the cooling system of the fuel cell which can grasp exactly the activity ratio of the ion exchange resin contained by the ion-exchange machine.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention was constituted as follows, in order to solve said technical problem. The circulation path which invention according to claim 1 makes circulate through cooling water between a fuel cell and a radiator, The cooling-water-flow means formed in this circulation path, and the bypass path which branches from said circulation path, bypasses said fuel cell, and joins said circulation path, In the cooling system which has the ion-exchange machine formed into said bypass path in order to adsorb the ion in said cooling water this cooling system It has the electrical conductivity sensor which measures the electrical conductivity of cooling water at the outlet and inlet port of said ion-exchange machine. It is the cooling system of the fuel cell characterized by computing the activity ratio of the ion exchange resin contained in said ion-exchange machine based on the electrical conductivity of the cooling water in said inlet port and said outlet.

[0006] According to invention according to claim 1, the bypass path which bypasses a fuel cell for the circulation path which circulates the cooling water for cooling a fuel cell is established, and the ion-exchange machine for adsorbing the ion in cooling water is formed into this bypass path. If it circulates through cooling water for a circulation path with cooling-water-flow means, such as a pump, since the ion exchange resin which the part circulated in the ion-exchange vessel in a bypass path, and was contained in the ion-exchange machine will adsorb and ion will be removed with it by this, the ion in cooling water is always maintained at low concentration, and the electric insulation of cooling water is maintained.

[0007] Ion exchange resin is used by adsorbing the ion in cooling water, and loses the capacity



gradually. By this invention, the electrical conductivity sensor for measuring the electrical conductivity of cooling water is formed in the inlet port and outlet of cooling water of an ion-exchange machine, and the activity ratio of ion exchange resin is computed by taking the ratio of the electrical conductivity of the cooling water in an outlet to the electrical conductivity of the cooling water in an inlet port.

[0008] The circulation path which invention according to claim 2 makes circulate through cooling water between a fuel cell and a radiator, The bypass path which branches from this circulation path, bypasses said fuel cell, and joins said circulation path, In the cooling system which has the ion-exchange machine formed into said bypass path in order to adsorb the ion in said cooling water, and the cooling-water-flow means formed in said circulation path This cooling system has the electrical conductivity sensor which measures the electrical conductivity of cooling water in a circulation path. It is the cooling system of the fuel cell characterized by computing the activity ratio of the ion exchange resin contained in said ion-exchange machine from the fall rate of said electrical conductivity from circulation initiation of said cooling water.

[0009] According to invention according to claim 2, the BAIBASU way which bypasses a fuel cell for the circulation path which circulates the cooling water for cooling a fuel cell is prepared, and the ion-exchange machine for adsorbing the ion in cooling water is formed into this bypass path. If it circulates through cooling water for a circulation path with cooling-water-flow means, such as a pump, since the ion exchange resin which the part circulated in the ion-exchange vessel in a bypass path, and was contained in the ion-exchange machine will adsorb and ion will be removed with it by this, the ion in cooling water is always maintained at low concentration, and the electric insulation of cooling water is maintained.

[0010] In the cooling system of this invention, it has the electrical conductivity sensor for measuring the electrical conductivity of cooling water in a circulation path. If circulation of cooling water is started by starting of a fuel cell etc. in a circulation path, since some cooling water will circulate an ion-exchange machine, ion is removed out of cooling water and the electrical conductivity of cooling water falls.

[0011] It depends for the fall rate of this electrical conductivity on the activity ratio of ion exchange resin greatly, and a fall rate becomes small, so that a fall rate is so so large that the activity ratio of ion exchange resin is small (that \*\*\*\*\* is large) and the activity ratio of ion exchange resin is large (so that \*\*\*\*\* is small).

[0012] It becomes more possible than the fall rate of the electrical conductivity of the cooling water from circulation initiation from this to grasp the activity ratio of ion exchange resin correctly.

Moreover, since \*\*\*\* [ the number of the electrical conductivity sensors needed in a circulation path in this case / one ], they become possible [ reducing the installation cost of an electrical conductivity sensor ] compared with invention according to claim 1.

[0013] Invention according to claim 3 is the cooling system of the fuel cell according to claim 1 or 2 characterized by forming the temperature sensor which measures the water temperature of said cooling water into said circulation path, and for said water temperature amending, and asking for said activity ratio.

[0014] Since the temperature sensor which measures the water temperature of cooling water was formed into the circulation path according to invention according to claim 3, it becomes possible to grasp the water temperature of cooling water correctly. Though the electrical conductivity of cooling water changes also with water temperature and contains the ion of the metaphor said concentration, if its water temperature is low, electrical conductivity will become small, and electrical conductivity will become large if water temperature is high. In the cooling system of this invention, since it asks for the activity ratio of ion exchange resin after the water temperature of cooling water amends, it becomes possible to obtain a more exact activity ratio.

[0015] Invention according to claim 4 is the cooling system of a fuel cell given in any 1 term of claim 1 to claim 3 characterized by forming the flow rate sensor which measures the flow rate to said ion-exchange machine of said cooling water into said bypass path, and for said flow rate amending, and asking for said activity ratio.

[0016] Since the flow rate sensor which measures the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine was formed into the bypass path according to invention according to claim 4, it

becomes possible to grasp correctly the flow rate of the cooling water which circulates an ion-exchange machine.

[0017] According to invention according to claim 4, like invention according to claim 1, even if it is the case where the fall rate of electrical conductivity is evaluated like invention according to claim 2 even if it is the case where an electrical conductivity sensor is formed in the inlet port and outlet of an ion-exchange machine, it is clear that electrical conductivity's of cooling water it is dependent also on the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine.

[0018] In the cooling system of this invention, since the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine is grasped, this flow rate amends and it asks for the activity ratio of ion exchange resin with the flow rate sensor formed into the bypass path, it becomes possible to obtain a more exact activity ratio.

[0019] Invention according to claim 5 is the cooling system of a fuel cell given in any 1 term of claim 1 to claim 3 characterized by presuming the flow rate to said ion-exchange machine of said cooling water from the output of said cooling-water-flow means, and amending said electrical conductivity with said flow rate.

[0020] According to invention according to claim 5, since the flow rate of the cooling water to said ion-exchange machine is presumed and this flow rate amends the electrical conductivity of cooling water, it becomes possible to ask accuracy for the activity ratio of ion exchange resin more from the output of circulating flow of cooling-water-flow means, such as a pump formed into the circulation path, i.e., the amount of the cooling water in a circulation path. Moreover, since a flow rate sensor becomes unnecessary in this case, compared with invention according to claim 4, it becomes possible to reduce the installation cost of a flow rate sensor.

[0021] Invention according to claim 6 is the cooling system of the fuel cell according to claim 1 or 2 which has a flow regulation means to adjust the flow rate to said ion-exchange machine of said cooling water for said bypass path, and is characterized by controlling said flow regulation means and adjusting the flow rate of the cooling water to said ion-exchange machine with the activity ratio of said ion exchange resin.

[0022] According to invention according to claim 6, flow regulation means, such as a flow control valve, are formed in a bypass path, and the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine is adjusted by adjusting this flow regulation means based on the activity ratio of ion exchange resin. Thereby, when the activity ratio of ion exchange resin is small, the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine is made small, and it is not based on the activity ratio of ion exchange resin by enlarging the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine, when the activity ratio of ion exchange resin is large, but it becomes possible to maintain the insulating engine performance in cooling water.

[0023]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained referring to a drawing suitably. Drawing 1 is the block diagram showing the 1st operation gestalt of the cooling system of this invention, drawing 2 is a map used with the 1st operation gestalt, and drawing 3 is a flow chart which shows control of the 1st operation gestalt.

[0024] The cooling system of the 1st operation gestalt is formed in the circulation path 1 which circulates through cooling water between a fuel cell 20 and a radiator 30 and which is a closed path, and the path of this circulation path 1, and has the pump 2 for circulating cooling water by the predetermined flow rate.

[0025] The branch point 9 exists in this circulation path 1 for the upstream of a fuel cell 20. The circulation path 1 branches at the branch point 9, bypasses a fuel cell 20, and joins the circulation path 1 again in the juncture 10 which exists between a fuel cell 20 and a pump 2. The path which bypasses the fuel cell between this junction 9 and juncture 10 is called the bypass path 3.

[0026] In this bypass path 3, 1st electrical conductivity sensor 5a and 2nd electrical conductivity sensor 5b which were prepared in the ion-exchange machine 4 for adsorbing the ion in cooling water, and the upstream (entrance side) and the lower stream of a river (outlet side) of the ion-exchange machine 4, respectively, the flow rate sensor 6 which measures the flow rate of the cooling water which flows to the ion-exchange machine 4, and the temperature sensor 7 for measuring the water temperature of the cooling water which flows to the ion-exchange machine 4 exist.



[0027] Moreover, the cooling system of the 1st operation gestalt is carried out based on the water temperature and flow rate of the electrical conductivity of the cooling water measured by the 1st and 2nd electrical conductivity sensors 5a and 5b, and cooling water, and it has the control unit 8 for evaluating the activity ratio of the ion exchange resin contained by the ion-exchange machine 4. This control unit 8 also has the function to perform information for urging exchange of the ion-exchange machine 4 or playback of ion exchange resin to a user, when the activity ratio of ion exchange resin exceeds a predetermined value (for example, 80%). Here, the activity ratio of ion exchange resin shows the ratio of the ion exchange resin which lost the adsorption capacity force by adsorbing ion, when ion exchange resin is a new article, it is 0%, and it increases with adsorption of ion. For example, 80% of ion exchange resin loses [ an activity ratio ] capacity by adsorption of ion in 80%, and it is shown that \*\*\*\*\* of ion exchange resin is 20%.

[0028] In the gestalt of this operation, cooling water can give the circulation force with a pump 2, and is cooled to predetermined temperature in the process which circulates a radiator 30, and, in a part, the remainder circulates to a fuel cell 20 for the bypass path 3 at a junction 9. The cooling water which circulated for the bypass path 3 circulates to the ion-exchange machine 4, after water temperature is measured by the temperature sensor 7, a flow rate is measured by the flow rate sensor 6 and electrical conductivity is measured by 1st electrical conductivity sensor 5a.

[0029] Into the ion-exchange machine 4, ion exchange resin is contained, and cooling water is contacting ion exchange resin, and after the contained ion is removed, it is emitted from the ion-exchange machine 4. Electrical conductivity is measured by 2nd electrical conductivity sensor 5b, and in a juncture 10, the cooling water emitted from the ion-exchange machine 4 joins the circulation path 1, can give the circulation force with a pump 2 again, and circulates through the inside of the circulation path 1.

[0030] Then, the evaluation of the activity ratio of ion exchange resin performed in a control unit 8 is explained in full detail. In the gestalt of this operation, the electrical conductivity of cooling water before and after passing the ion-exchange machine 4 is measured by the 1st and 2nd electrical conductivity sensors 5a and 5b formed in the inlet port and outlet of the ion-exchange machine 4. The ratio (electrical conductivity (outlet)/electrical conductivity (inlet port)) of the electrical conductivity obtained from 2nd electrical conductivity sensor 5b (outlet) to the electrical conductivity obtained from 1st electrical conductivity sensor 5a (inlet port) is closely related to the activity ratio of ion exchange resin. In addition, suppose that this ratio (electrical conductivity (outlet)/electrical conductivity (inlet port)) is called an "electrical conductivity ratio."

[0031] An electrical conductivity ratio is a numeric value which takes the value of 0-1, and it is shown that the ion adsorption capacity force of ion exchange resin is so high that this value is small, i.e., the activity ratio of ion exchange resin is small. On the contrary, it is shown that the ion adsorption capacity force of ion exchange resin is so low that this value is large, i.e., the activity ratio of ion exchange resin is large.

[0032] A control unit 8 becomes possible [ asking for the activity ratio of ion exchange resin ] from an electrical conductivity ratio by referring to the map ( drawing 2 ) memorized inside using this relation.

[0033] An example of this map was shown in drawing 2 . The axis of ordinate of a map is an electrical conductivity ratio, and the axis of abscissa expresses the activity ratio (%) of ion exchange resin. In drawing 2 , although three graphs are drawn, this corresponds to the size of the flow rate of cooling water to the ion-exchange machine 4. That is, since the contact time of ion exchange resin and cooling water will become short if there are many flow rates of cooling water even if an electrical conductivity ratio changes also with the flow rates of the cooling water to the ion-exchange machine 4 and its activity ratio of ion exchange resin is the same, adsorption of ion fully becomes impossible and an electrical conductivity ratio increases. Thus, even if it is the case where the flow rates of the cooling water to the ion-exchange machine 4 differ, in order to ask for the exact activity ratio of ion exchange resin, the map ( drawing 2 ) has the graph which changes with flow rates.

[0034] Moreover, in order that the electrical conductivity of cooling water may change also with the water temperature of cooling water, in the usual case, the temperature compensation which multiplies by the temperature compensation multiplier to electrical conductivity is needed. However, since a temperature compensation multiplier is offset by the denominator and the molecule in order

to compute the ratio of the electrical conductivity obtained from the 1st and 2nd electrical conductivity sensors 5a and 5b in the case of the gestalt of this operation, the temperature compensation of electrical conductivity is unnecessary.

[0035] Then, drawing 3 explains the flows of control of the cooling system of the gestalt of this operation. First, in S11, the flow rate of the cooling water to which the electrical conductivity (inlet port) and electrical conductivity (outlet) of cooling water circulate [ the water temperature of cooling water ] in the ion-exchange vessel 4 a flow rate sensor 6 by the 1st and 2nd electrical conductivity sensors 5a and 5b is read by the temperature sensor 7, respectively.

[0036] Then, in S12, electrical conductivity (inlet port) and electrical conductivity (outlet) are amended by the water temperature of cooling water, respectively. Then, in S13, a conductivity ratio (electrical conductivity (outlet)/electrical conductivity (inlet port)) is computed.

[0037] Then, in S14, a map ( drawing 2 ) is referred to and the activity ratio of ion exchange resin is called for.

[0038] When it is judged whether the activity ratio of ion exchange resin is below a predetermined value and it is finally over the predetermined value in S15, a control unit 8 reports the purport "the activity ratio of ion exchange resin exceeded the predetermined value" to the user to (N) (S16).

When other, processing returns to (Y) S11.

[0039] In addition, in the cooling system of the 1st operation gestalt, although measured with the flow rate sensor 6 which prepared the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 in the bypass path 3, the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 can also be presumed from the output of circulating flow to the pump 2 which is a cooling-water-flow means, i.e., the amount of the cooling water in the circulation path 1, using a map etc. By doing in this way, it becomes unnecessary to use a flow rate sensor 6, and the configuration of a cooling system will become simpler.

[0040] Then, with reference to drawing 4 - drawing 7 , the 2nd operation gestalt of the cooling system of this invention is explained. In addition, a same sign is given to the configuration same about drawing 4 as drawing 1 , and the explanation is omitted. The cooling system of the 2nd operation gestalt has the same configuration as the 1st operation gestalt, except that the number of the electrical conductivity sensors 5 is one.

[0041] That is, if drawing 4 is referred to, the cooling system of the 2nd operation gestalt is formed in the circulation path 1 which circulates through cooling water between a fuel cell 20 and a radiator 30 and which is a closed path, and the path of this circulation path 1, and has the pump 2 for circulating cooling water by the predetermined flow rate.

[0042] Into this circulation path 1, the electrical conductivity sensor 5 for measuring the electrical conductivity of cooling water and the temperature sensor 7 for measuring the water temperature of cooling water are formed.

[0043] Moreover, the branch point 9 exists in the circulation path 1 for the upstream of a fuel cell 20. The circulation path 1 branches at the branch point 9, bypasses a fuel cell 20, and joins the circulation path 1 again in the juncture 10 which exists between a fuel cell 20 and a pump 2. The path which bypasses the fuel cell between this junction 9 and juncture 10 is called the bypass path 3.

[0044] In this bypass path 3, the flow rate sensor 6 which measures the flow rate of the cooling water which flows to the ion-exchange machine 4 and the ion-exchange machine 4 for adsorbing the ion in cooling water exists.

[0045] Moreover, the cooling system of the 2nd operation gestalt is carried out based on the water temperature and flow rate of the electrical conductivity of the cooling water measured by the electrical conductivity sensor 5, and cooling water, and it has the control unit 8 for evaluating the activity ratio of the ion exchange resin contained by the ion-exchange machine 4. This control unit 8 also has the function to perform information for urging exchange of the ion-exchange machine 4 or playback of ion exchange resin to a user, when the activity ratio of ion exchange resin exceeds a predetermined value (for example, 80%).

[0046] Then, the evaluation of the activity ratio of ion exchange resin performed with a control unit 8 is explained in full detail. In the gestalt of this operation, since only the piece exists, the electrical conductivity sensor 5 has adopted a different measuring method from the 1st operation gestalt in evaluation of the activity ratio of ion exchange resin.



[0047] The measuring method evaluates the activity ratio of ion exchange resin from the size of the fall rate of the electrical conductivity after starting circulation of cooling water.

[0048] While the fuel cell system has stopped, ion begins to melt into cooling water gradually, and the electrical conductivity of cooling water increases from the member which constitutes the circulation path 1. If a fuel cell system works, since cooling water will begin to circulate through the circulation path 1 and the ion-exchange machine 4 will adsorb in ion, the electrical conductivity of cooling water falls gradually.

[0049] By the way, the fall rate of the electrical conductivity of cooling water changes with activity ratios of ion exchange resin. That is, since the ion adsorption capacity force of ion exchange resin is small when the activity ratio of ion exchange resin is high, the fall rate of the electrical conductivity of cooling water becomes small. On the contrary, since the ion adsorption capacity force of ion exchange resin is large when the activity ratio of ion exchange resin is low, the fall rate of the electrical conductivity of cooling water becomes large.

[0050] The utilization factor of ion exchange resin can be searched for from the fall rate of the electrical conductivity from circulation initiation of cooling water using this. It roughly divides into the approach of asking for the activity ratio of ion exchange resin from the fall rate of the electrical conductivity of cooling water, and two kinds such as the approach using (1) map and approach [ by (2) repeat count ] \*\* exist in it. Hereafter, each approach is explained.

[0051] (1) In the approach this gentleman method using a map, compute the fall rate of the electrical conductivity of the cooling water immediately after circulation initiation, and electrical conductivity to the electrical conductivity of the cooling water after after [ circulation initiation ] predetermined time progress, and it is applying to a map as shows this electrical conductivity fall rate to drawing 5 , and ask for the activity ratio of ion exchange resin. In addition, this map ( drawing 5 ) is beforehand memorized in the control unit 8.

[0052] An axis of ordinate shows the electrical conductivity fall rate of cooling water, and, as for drawing 5 , the axis of abscissa shows the activity ratio (%) of ion exchange resin. Although three graphs are drawn on the map, this corresponds to the difference in the flow rate of cooling water to the ion-exchange machine 4.

[0053] Moreover, as described above, since it changes also with the water temperature of cooling water, in order to ask accuracy for the activity ratio of ion exchange resin more, it is desirable [ the electrical conductivity of cooling water ] to carry out temperature compensation of the electrical conductivity of cooling water. Temperature compensation is performed by more specifically multiplying electrical conductivity by the temperature compensation multiplier uniquely determined from the water temperature of cooling water.

[0054] Then, the flows of control of this approach are explained with reference to drawing 6 . First, a fuel cell system measures the flow rate of the cooling water to the electrical conductivity of the cooling water immediately after operation initiation, cooling water water temperature, and the ion-exchange machine 4, and it memorizes in a control unit 8 (S21).

[0055] Then, the flow rate of the cooling water to the electrical conductivity of cooling water, cooling water water temperature, and the ion-exchange machine 4 is measured after predetermined time from operation initiation of a fuel cell system, and it memorizes in a control unit 8 (S22). Then, the average stream flow of the cooling water in predetermined time is calculated from the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 obtained by S21 and S22 (S23). Then, the water temperature of the cooling water obtained by S21 and S22 amends electrical conductivity (S24).

[0056] Then, the fall rate of the electrical conductivity in predetermined time is found from the electrical conductivity of the cooling water by which temperature compensation was carried out (S25). Then, the activity ratio of ion exchange resin is computed by applying the fall rate of the electrical conductivity called for by the average stream flow of the cooling water called for by S23, and S25 to a map ( drawing 5 ) (S26).

[0057] When it is finally judged whether the activity ratio of ion exchange resin is below a predetermined value (S27) and it is over the predetermined value, to (N), a control unit 8 reports the purport "the activity ratio of ion exchange resin exceeded the predetermined value" to the user (S28), and ends processing to it.

[0058] (2) The approach this gentleman method by repeat count will use that it can ask for the

electrical conductivity of the cooling water after predetermined time by count by making the electrical conductivity of the cooling water immediately after circulation initiation into initial value, if the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 and the activity ratio of ion exchange resin are found beforehand.

[0059] That is, if the activity ratio of ion exchange resin and the flow rate to the ion-exchange machine 4 of cooling water are found, since the decreasing rate of the electrical conductivity of cooling water before and after passing the ion-exchange machine 4 will become settled uniquely, it becomes possible to ask for the electrical conductivity of the cooling water after predetermined time from the total amount of circulation of the cooling water which circulated in the ion-exchange vessel 4 in predetermined time.

[0060] The electrical conductivity of the cooling water after predetermined time is calculated giving an actual measurement as a flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4, giving the electrical conductivity of the cooling water immediately after circulation initiation as initial value using this, and changing the activity ratio of ion exchange resin gradually as a variable. Then, although the calculated value of the electrical conductivity after predetermined time is in agreement with the conductivity after the surveyed predetermined time in the place used as a value with the activity ratio of the ion exchange resin which is a variable, it makes the activity ratio of the ion exchange resin used for count as a variable on this occasion the activity ratio of actual ion exchange resin. In addition, also in this approach, as described above, it is desirable to carry out temperature compensation of the electrical conductivity of cooling water.

[0061] Then, the flows of control of this approach are explained with reference to drawing 7. Since the flow to S31-S34 is the same as that even of S21-S24 in drawing 6, the explanation is omitted.

[0062] In order to calculate the electrical conductivity of the cooling water after predetermined time by setting to S35, an ion-exchange-resin assumption activity ratio is set up with 0 (%). Then, in S36, it is based on the average stream flow of cooling water to the ion-exchange machine 4 within predetermined time called for from S33, the initial value of the electrical conductivity immediately after fuel cell system operation of the cooling water called for by S31, and the ion-exchange-resin assumption activity ratio assumed by S35, and the electrical conductivity of the cooling water after predetermined time is computed from system operation.

[0063] Then, in S37, the electrical conductivity (calculated value) computed by S36 and the electrical conductivity (actual measurement) of the cooling water after [ the system operation called for by S32 to ] predetermined time are measured. In S37, in the case of electrical conductivity (calculated value)  $\neq$  electrical conductivity (actual measurement), only a constant A increases an ion-exchange-resin assumption activity ratio (S38), processing returns to S36 and calculation of electrical conductivity (calculated value) is again performed to (N).

[0064] To it, in S37, when it becomes electrical conductivity (calculated value) = electrical conductivity (actual measurement), processing shifts to S39 and an ion-exchange-resin activity ratio is made at (Y) equal to the ion-exchange-resin assumption activity ratio used for count in S36 in S39.

[0065] Then, in S40, when it is judged whether the ion-exchange-resin activity ratio is over the predetermined value and it is over the predetermined value, in S41, to (N), a control unit 8 reports the purport "the activity ratio of ion exchange resin exceeded the predetermined value" to the user, and ends processing to it.

[0066] As mentioned above, in the 2nd operation gestalt, although the 2nd operation gestalt of the cooling system of this invention was explained, since only a piece needs the electrical conductivity sensor 5, as compared with the 1st operation gestalt, it becomes possible to reduce the installation cost of an electrical conductivity sensor.

[0067] Moreover, in the cooling system of the 2nd operation gestalt, although measured with the flow rate sensor 6 which prepared the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 in the bypass path 3, the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 can also be presumed from the output of circulating flow to the pump 2 which is a cooling-water-flow means, i.e., the amount of the cooling water in the circulation path 1, using a map etc. By doing in this way, it becomes unnecessary to use a flow rate sensor 6, and the configuration of a cooling system will become simpler.



[0068] Then, the 3rd operation gestalt of the cooling system of this invention is explained using drawing 8. In addition, in drawing 8, a same sign is given to the same configuration as drawing 4, and the explanation is omitted. The cooling system of the 3rd operation gestalt is the same as that of the 2nd operation gestalt (drawing 4), except that the flow control valve 11 is formed into the bypass path 3.

[0069] That is, if drawing 8 is referred to, the cooling system of the 2nd operation gestalt is formed in the circulation path 1 which circulates through cooling water between a fuel cell 20 and a radiator 30 and which is a closed path, and the path of this circulation path 1, and has the pump 2 for circulating cooling water by the predetermined flow rate.

[0070] Into this circulation path 1, the electrical conductivity sensor 5 for measuring the electrical conductivity of cooling water and the temperature sensor 7 for measuring the water temperature of cooling water are formed. Moreover, the branch point 9 exists in the circulation path 1 for the upstream of a fuel cell 20. The circulation path 1 branches at the branch point 9, bypasses a fuel cell 20, and joins the circulation path 1 again in the juncture 10 which exists between a fuel cell 20 and a pump 2. The path which bypasses the fuel cell between this junction 9 and juncture 10 is called the bypass path 3.

[0071] In this bypass path 3, the flow rate sensor 6 which measures the flow rate of the cooling water which flows to the ion-exchange machine 4 and the ion-exchange machine 4 for adsorbing the ion in cooling water, and the flow control valve 11 which adjusts the flow rate of the cooling water which flows in the ion-exchange vessel 4 exist.

[0072] Moreover, the cooling system of the 3rd operation gestalt is carried out based on the water temperature and flow rate of the electrical conductivity of the cooling water measured by the electrical conductivity sensor 5, and cooling water, and it has the control unit 8 for evaluating the activity ratio of the ion exchange resin contained by the ion-exchange machine 4. This control unit 8 has the function to adjust the opening of a flow control valve 11 and to adjust the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 with the function to perform information for urging exchange of the ion-exchange machine 4 or playback of ion exchange resin to a user, and the activity ratio of ion exchange resin, when the activity ratio of ion exchange resin exceeds a predetermined value (for example, 80%).

[0073] In the gestalt of this operation, based on the activity ratio of ion exchange resin, a control unit 8 can control the opening of a flow control valve 11, and the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 can be adjusted. Thereby, it cannot be based on the activity ratio of ion exchange resin, but the cooling water of an always suitable amount can be circulated to the ion-exchange machine 4.

[0074] The control of flow of this cooling water is explained in full detail. In the cooling system of this invention, some cooling water is circulated in the ion-exchange vessel 4 so that the concentration of the ion in cooling water may not exceed a predetermined value.

[0075] Since the ion adsorption capacity force of ion exchange resin is high when the activity ratio of ion exchange resin is low, many ion can be adsorbed from the cooling water per unit volume. Therefore, the electrical conductivity of the cooling water with which the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 circulates through the circulation path 1 as a result since the electrical conductivity of the cooling water which passed the ion-exchange machine 4 at least is fully falling is kept low.

[0076] If the activity ratio of ion exchange resin becomes large to it, the ion adsorption capacity force of ion exchange resin will become low, and the amount of the ion by which ion exchange resin is adsorbed from the cooling water per unit volume will decrease. Therefore, in order to keep low the electrical conductivity of the cooling water which circulates through the inside of the circulation path 1, it is necessary to increase the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4.

[0077] If a control unit 8 computes the activity ratio of ion exchange resin in the step of S39 of S26 or drawing 7 of above mentioned drawing 6 Conditional judgment is performed based on the activity ratio (drawing 6: S27, drawing 7: S40). Control the flow control valve 11 prepared into (Y) and the bypass path 3 when an activity ratio was lower than a predetermined value, and the flow rate of the cooling water to the ion-exchange machine 4 is lessened. When an activity ratio is beyond a predetermined value, (N) and a flow control valve 11 are controlled and the flow rate of the cooling



water to the ion-exchange machine 4 is enlarged. Thereby, it cannot be based on the activity ratio of ion exchange resin, but the electrical conductivity of the cooling water which circulates through the circulation path 1 can be kept low.

[0078]

[Effect of the Invention] This invention does the following remarkable effectiveness so. Since the cooling system of this invention computes the activity ratio of ion exchange resin based on the ratio of the electrical conductivity of the cooling water which forms an electrical conductivity sensor in the inlet port and outlet of an ion-exchange machine, and is measured by these electric conduction sensors, the activity ratio of ion exchange resin can always be grasped correctly (claim 1).

[0079] Since the cooling system of this invention computes the activity ratio of ion exchange resin from the fall rate of the electrical conductivity from circulation initiation of cooling water using one electrical conductivity sensor formed into the circulation path, it can always grasp the activity ratio of ion exchange resin correctly. Moreover, since the number of an electrical conductivity sensor can be decreased compared with invention according to claim 1, the installation cost of an electrical conductivity sensor can be reduced (claim 2).

[0080] Since the cooling system of this invention has the temperature sensor which measures the water temperature of cooling water in a circulation path, it is asking for the activity ratio of ion exchange resin, after it could carry out temperature compensation of the electrical conductivity of cooling water and it carries out temperature compensation, and becomes possible [ grasping the activity ratio of ion exchange resin more correctly ] (claim 3).

[0081] Since the cooling system of this invention formed the flow rate sensor which measures the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine into the bypass path, it can amend the electrical conductivity of cooling water with a flow rate, and becomes possible [ grasping the activity ratio of ion exchange resin still more correctly ] (claim 4).

[0082] The cooling system of this invention exists the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine in a circulation path, and since it presumes from the output of the pump for circulating cooling water, it becomes possible [ it becoming unnecessary to install a flowmeter in a bypass path, and reducing cost ] (claim 5).

[0083] Since the cooling system of this invention controls the flow rate of the cooling water to an ion-exchange machine based on the activity ratio of ion exchange resin, it is not based on the activity ratio of ion exchange resin, but becomes possible [ circulating the cooling water of an always suitable amount in an ion-exchange vessel ] (claim 6).

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** It is the block diagram showing the 1st operation gestalt.

**[Drawing 2]** It is the map used with the 1st operation gestalt.

**[Drawing 3]** It is the flow chart which shows control of the 1st operation gestalt.

**[Drawing 4]** It is the block diagram showing the 2nd operation gestalt.

**[Drawing 5]** It is the map used with the 2nd operation gestalt.

**[Drawing 6]** It is the flow chart which shows control of the 2nd operation gestalt.

**[Drawing 7]** It is the flow chart which shows control of the 2nd operation gestalt.

**[Drawing 8]** It is the block diagram of the 3rd operation gestalt.

**[Description of Notations]**

- 1 Circulation Path
- 2 Pump
- 3 Bypass Path
- 4 Ion-Exchange Machine
- 5, 5a, 5b Electrical conductivity sensor
- 6 Flow Rate Sensor
- 7 Temperature Sensor
- 8 Control Unit
- 9 Branch Point
- 10 Juncture
- 11 Flow Control Valve
- 20 Fuel Cell
- 30 Radiator

---

**[Translation done.]**

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

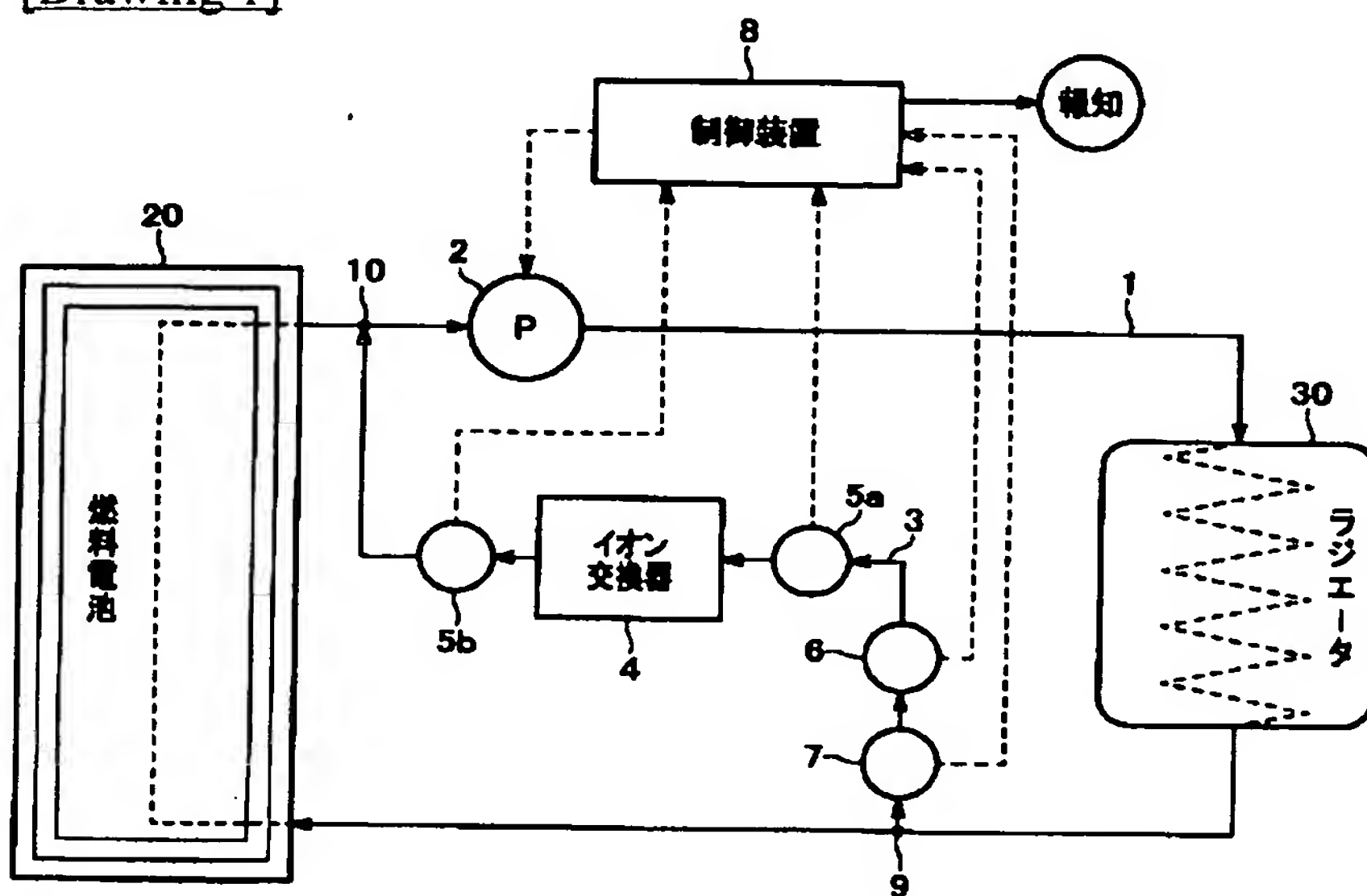
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DRAWINGS

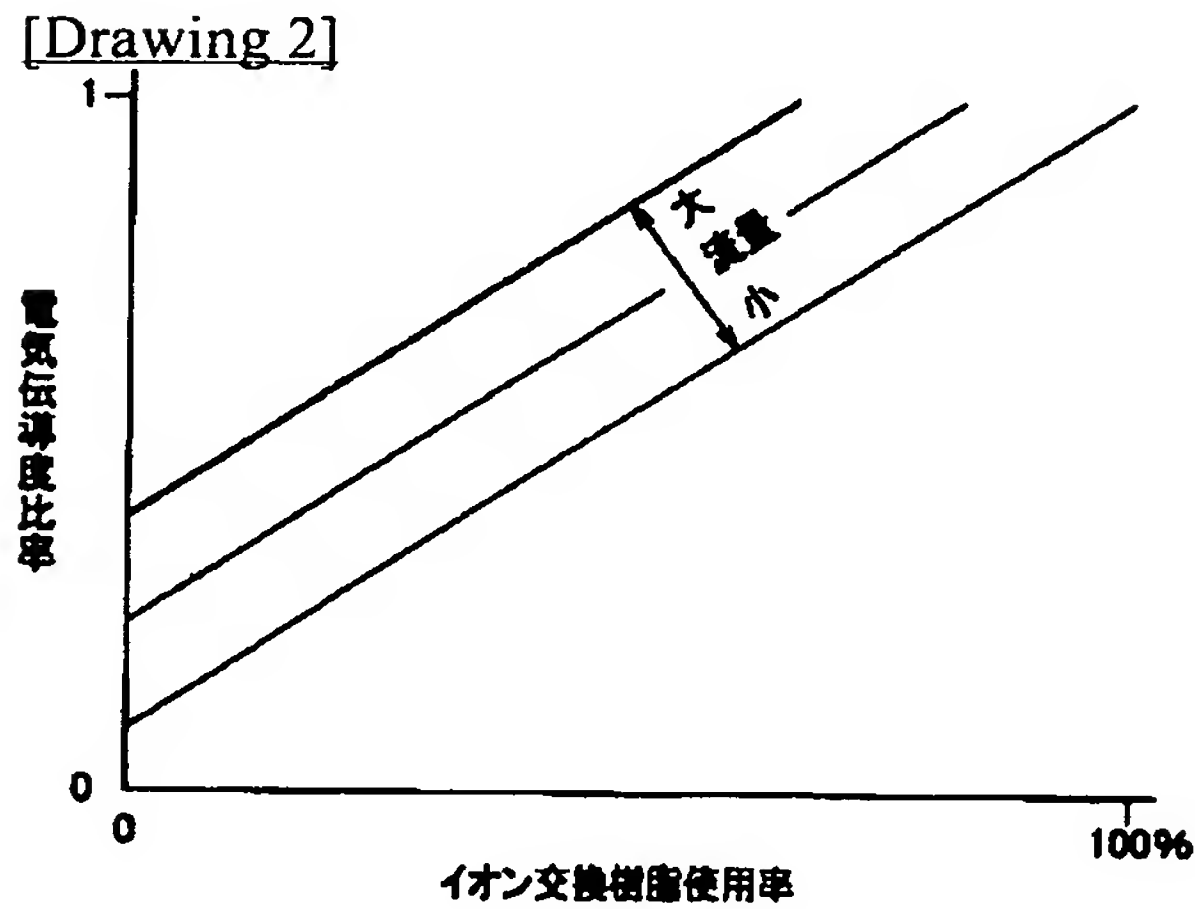
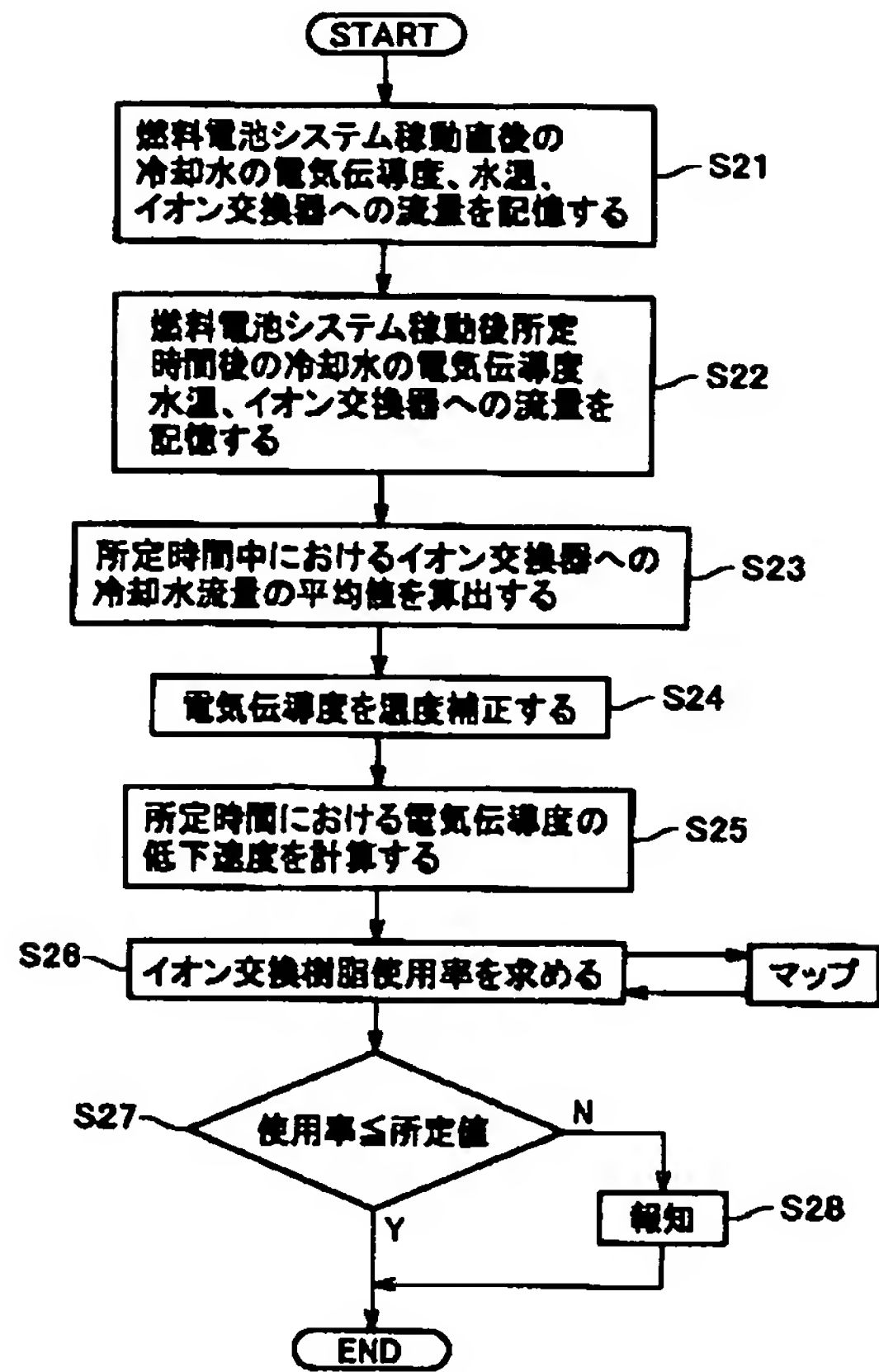
---

[Drawing 1]

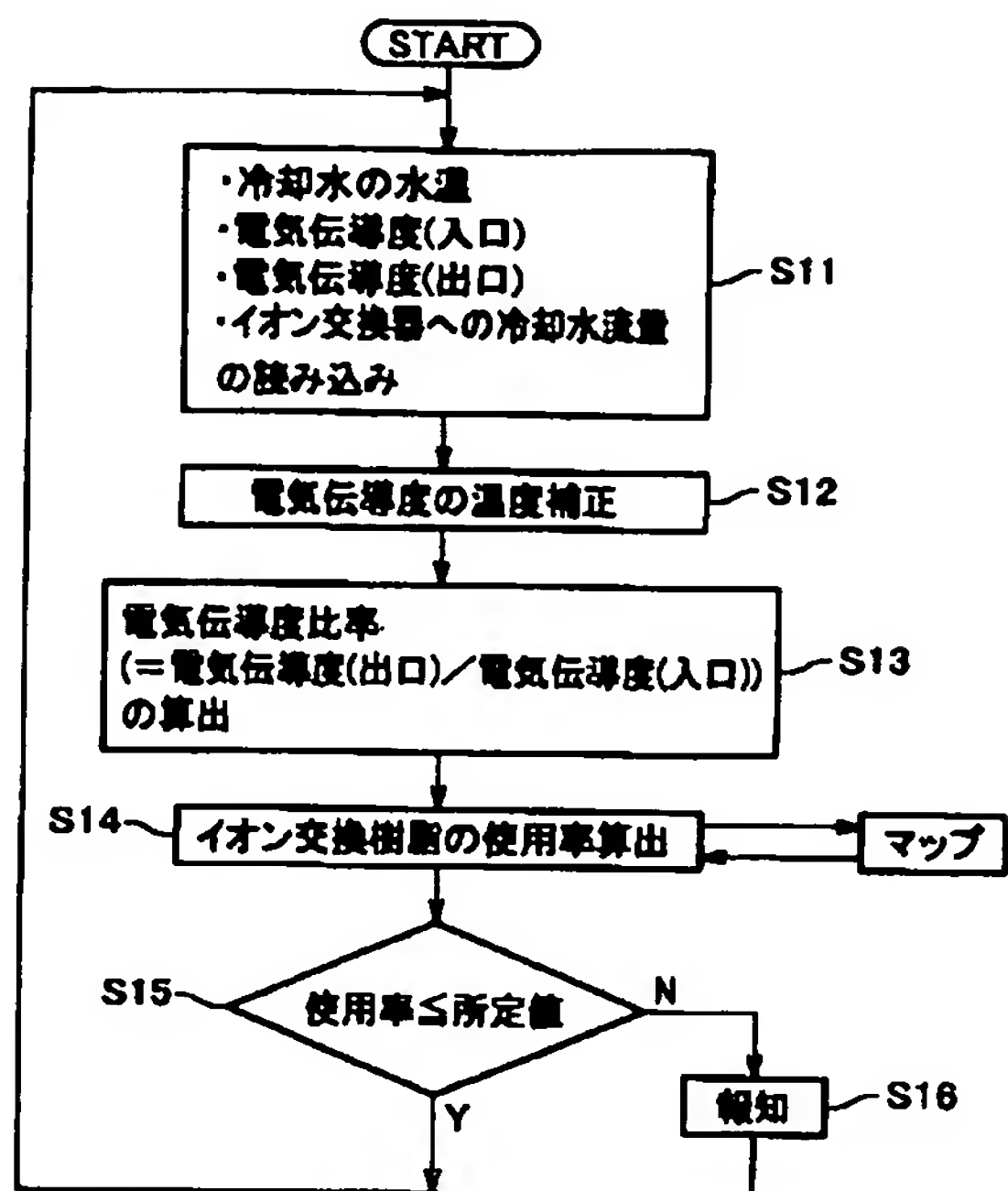


[Drawing 6]

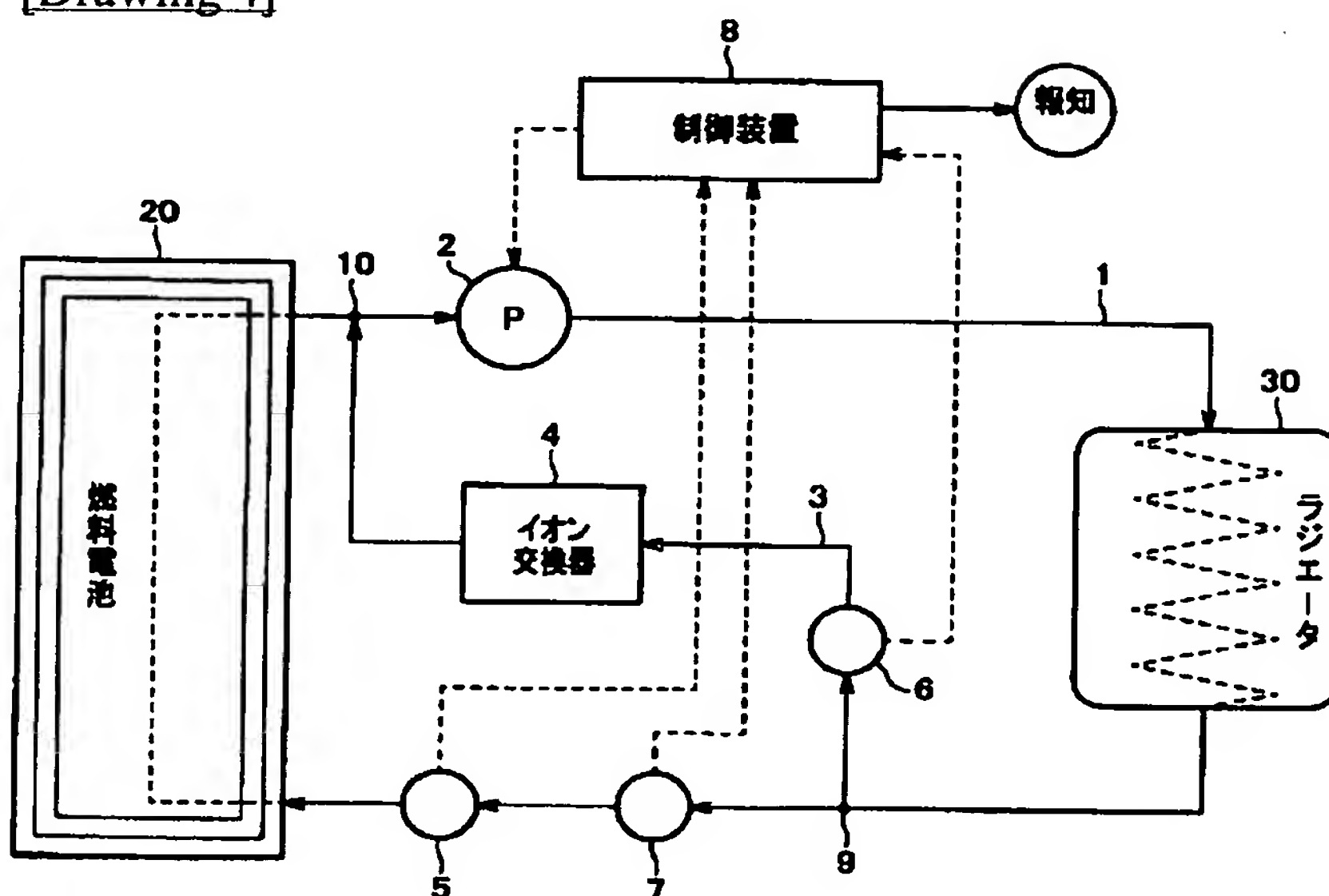




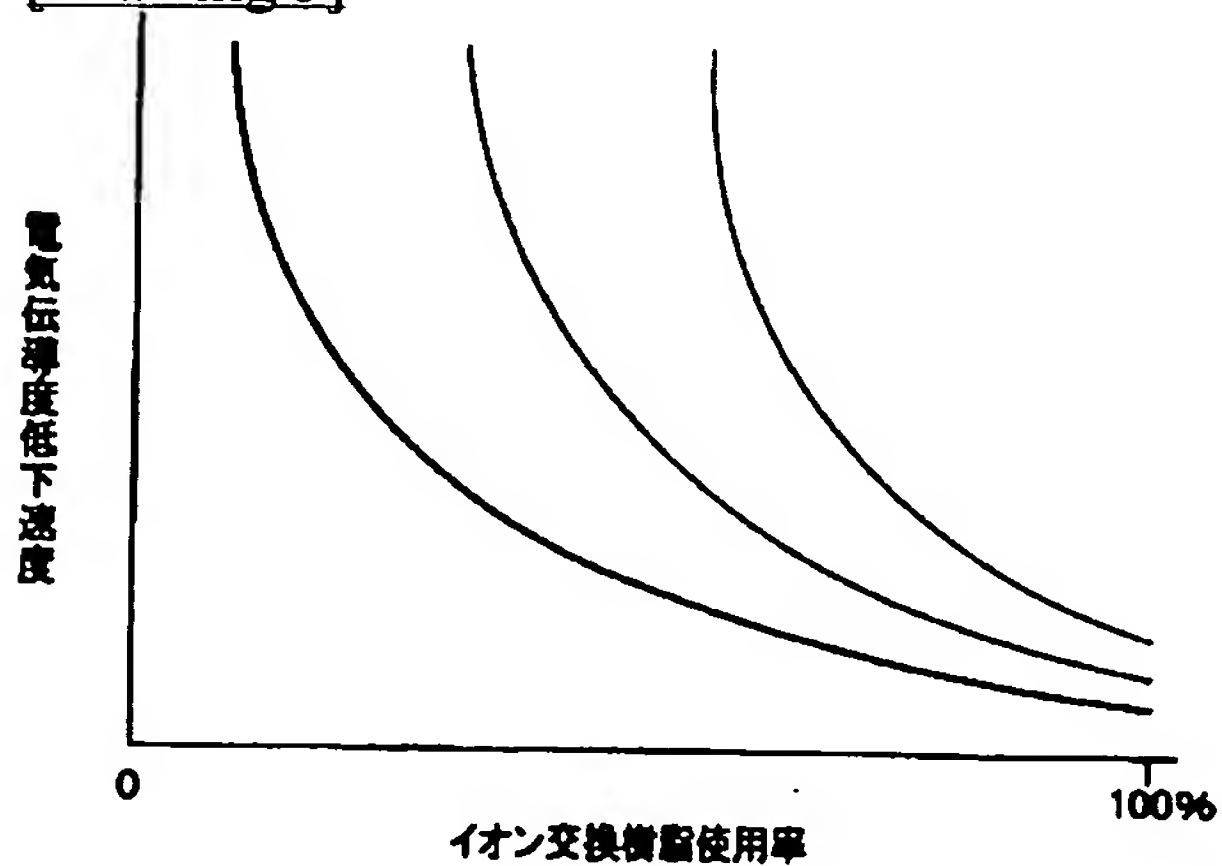
[Drawing 3]



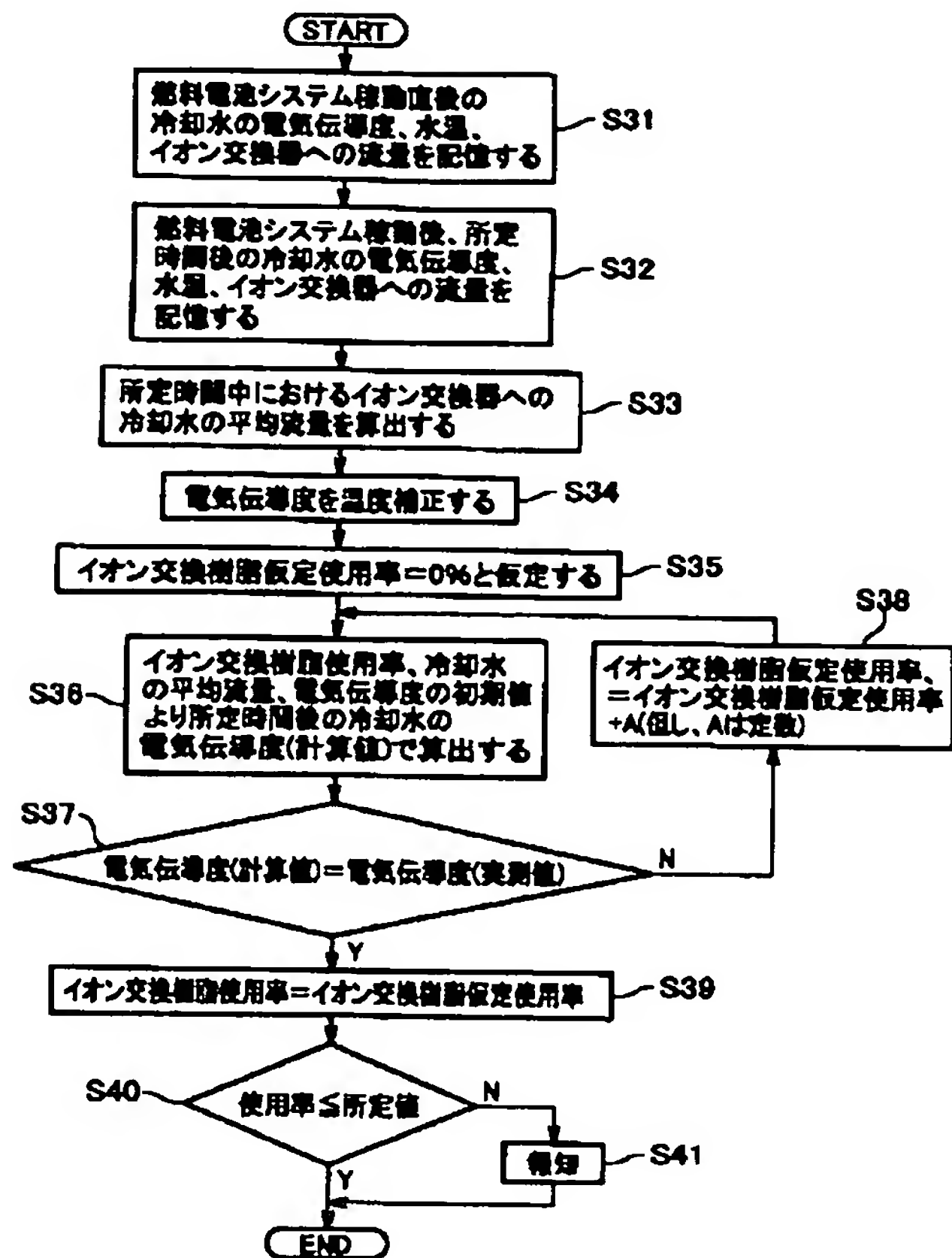
[Drawing 4]



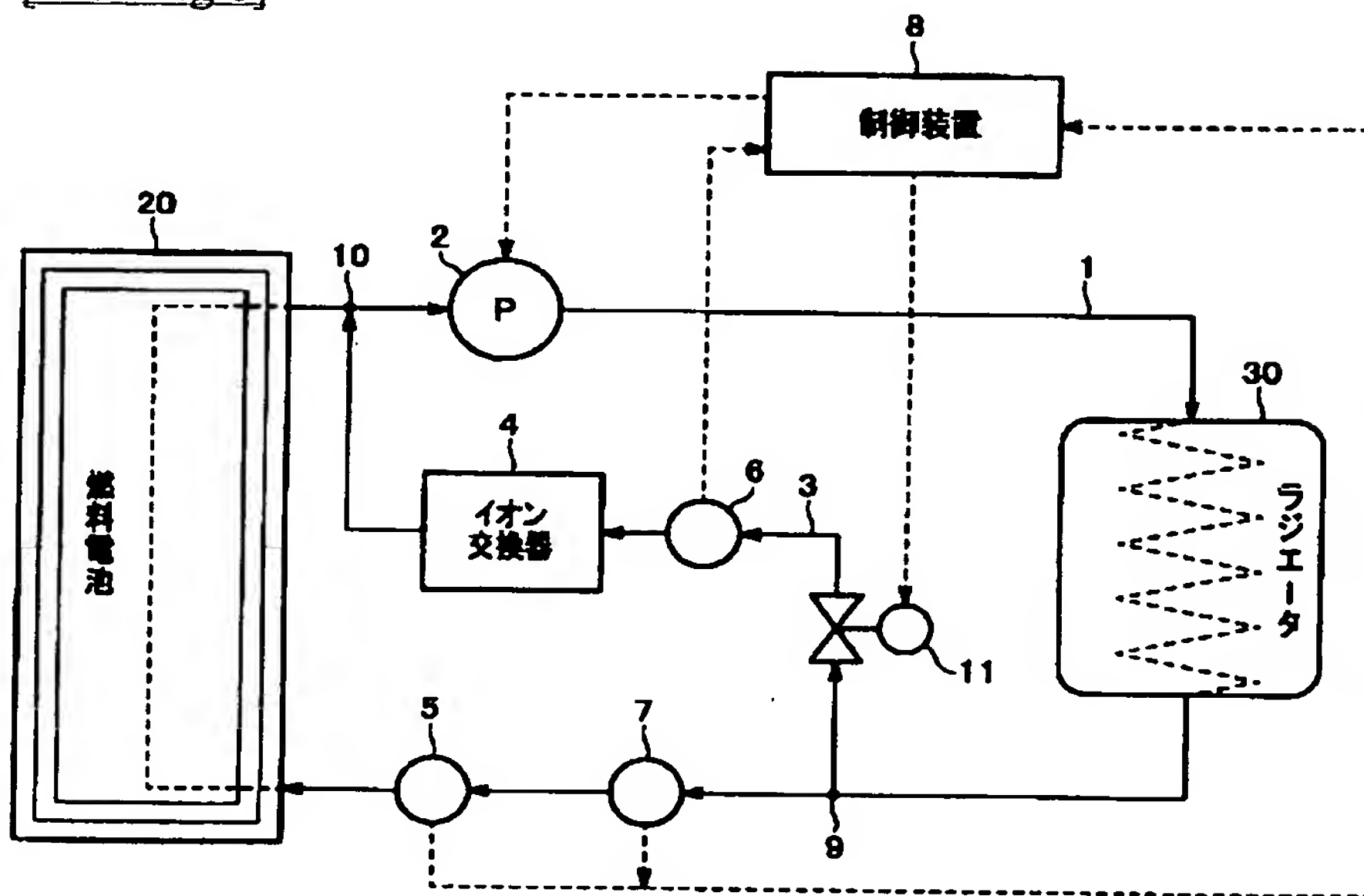
[Drawing 5]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-346845

(P2003-346845A)

(43) 公開日 平成15年12月5日(2003.12.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

テ-マ-ト(参考)

N 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-158814(P2002-158814)

(22) 出願日 平成14年5月31日(2002.5.31)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 牛尾 健

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(72) 発明者 今関 光晴

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

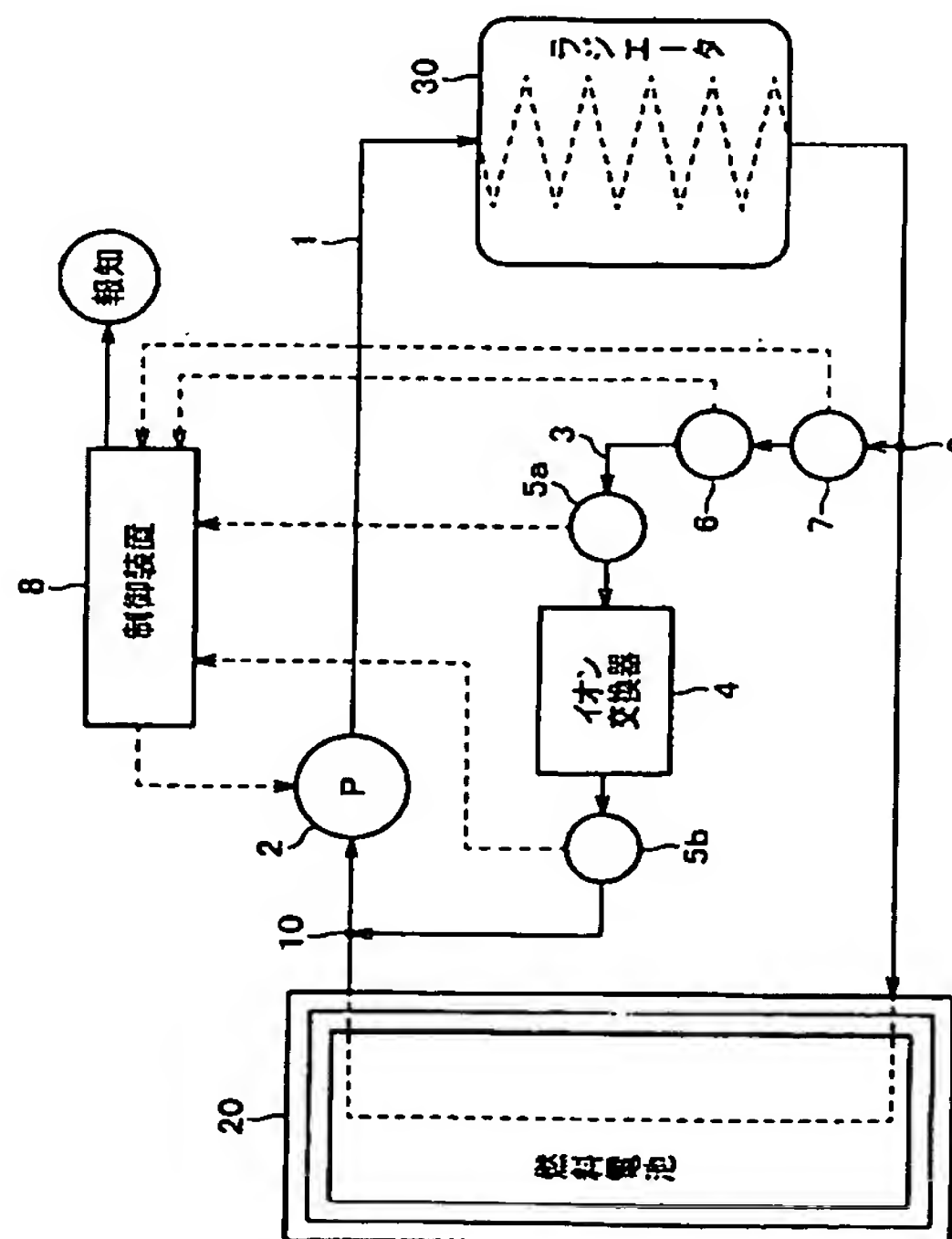
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池の冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、イオン交換器に収納されたイオン交換樹脂の使用率を的確に把握することができる燃料電池の冷却装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明は燃料電池20とラジエータ30との間で冷却水を循環させる循環経路1と、この循環経路1に設けられたポンプ2と、前記循環経路1から分岐して前記燃料電池を迂回して前記循環経路1に合流するバイパス経路3と、前記冷却水中のイオンを吸着するために前記バイパス経路3中に設けられたイオン交換器4とを有する冷却装置において、この冷却装置は、前記イオン交換器4の出口及び入口に冷却水の電気伝導度を測定する電気伝導度センサ5a、5bを有しており、前記入口と前記出口における冷却水の電気伝導度の比率より、前記イオン交換器4中に収納されたイオン交換樹脂の使用率を算出することを特徴とする燃料電池の冷却装置を提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池とラジエータとの間で冷却水を循環させる循環経路と、この循環経路に設けられた冷却水循環手段と、前記循環経路から分岐して前記燃料電池を迂回して前記循環経路に合流するバイパス経路と、前記冷却水中のイオンを吸着するために前記バイパス経路中に設けられたイオン交換器とを有する冷却装置において、

この冷却装置は、前記イオン交換器の出口及び入口に冷却水の電気伝導度を測定する電気伝導度センサを有しており、前記入口と前記出口における冷却水の電気伝導度に基づいて、前記イオン交換器中に収納されたイオン交換樹脂の使用率を算出することを特徴とする燃料電池の冷却装置。

【請求項 2】 燃料電池とラジエータとの間で冷却水を循環させる循環経路と、この循環経路から分岐して前記燃料電池を迂回して前記循環経路に合流するバイパス経路と、前記冷却水中のイオンを吸着するために前記バイパス経路中に設けられたイオン交換器と、前記循環経路に設けられた冷却水循環手段とを有する冷却装置において、

この冷却装置は、循環経路中に冷却水の電気伝導度を測定する電気伝導度センサを有しており、前記冷却水の循環開始からの前記電気伝導度の低下速度より前記イオン交換器中に収納されたイオン交換樹脂の使用率を算出することを特徴とする燃料電池の冷却装置。

【請求項 3】 前記循環経路中に、前記冷却水の水温を測定する温度センサが設けられており、前記水温により補正して前記使用率を求めることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の燃料電池の冷却装置。

【請求項 4】 前記バイパス経路中に、前記冷却水の前記イオン交換器への流量を測定する流量センサが設けられており、前記流量により補正して前記使用率を求めることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の燃料電池の冷却装置。

【請求項 5】 前記冷却水の前記イオン交換器への流量を、前記冷却水循環手段の出力から推定して、前記電気伝導度を前記流量により補正することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の燃料電池の冷却装置。

【請求項 6】 前記バイパス経路に前記冷却水の前記イオン交換器への流量を調節する流量調節手段を有し、前記イオン交換樹脂の使用率により、前記流量調節手段を制御して、前記イオン交換器への冷却水の流量を調節することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の燃料電池の冷却装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池発電システムにおける冷却装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般的に、燃料電池を冷却水により冷却する冷却装置においては、冷却水を介した液絡現象を防止するために、冷却水に高度の電気的絶縁性が要求される。そのため、イオン交換樹脂が収納されたイオン交換器を冷却経路内に設け、冷却経路を循環する冷却水の内一定割合の冷却水をイオン交換器に循環させ、冷却水中のイオンをイオン交換樹脂に吸着させることによって、冷却水の電気的絶縁性を維持している。

10 【0003】 イオン交換樹脂は、冷却水中のイオンを吸着することにより、徐々にイオン吸着能力を失っていく。イオン交換樹脂のイオン吸着能力が極度に低下すると、もはや冷却水中のイオンを十分に吸着することができなくなり、冷却水の電気的絶縁性が保たれなくなり、液絡現象が発生する危険性が高まっていく。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこのような問題点に鑑みなされたものであり、イオン交換器に収納されたイオン交換樹脂の使用率を的確に把握することができ  
20 ける燃料電池の冷却装置を提供することを課題とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、前記課題を解決するために次のように構成した。請求項 1 に記載の発明は、燃料電池とラジエータとの間で冷却水を循環させる循環経路と、この循環経路に設けられた冷却水循環手段と、前記循環経路から分岐して前記燃料電池を迂回して前記循環経路に合流するバイパス経路と、前記冷却水中のイオンを吸着するために前記バイパス経路中に設けられたイオン交換器とを有する冷却装置において、この  
30 冷却装置は、前記イオン交換器の出口及び入口に冷却水の電気伝導度を測定する電気伝導度センサを有しており、前記入口と前記出口における冷却水の電気伝導度に基づいて、前記イオン交換器中に収納されたイオン交換樹脂の使用率を算出することを特徴とする燃料電池の冷却装置である。

【0006】 請求項 1 に記載の発明によれば、燃料電池を冷却するための冷却水を循環させる循環経路に、燃料電池を迂回するバイパス経路を設け、このバイパス経路中に、冷却水中のイオンを吸着するためのイオン交換器が設けてある。これにより、ポンプ等の冷却水循環手段により循環経路に冷却水を循環すると、その一部はバイパス経路中のイオン交換器に流通し、イオン交換器中に収納されたイオン交換樹脂により、イオンが吸着されて取り除かれるので、冷却水中のイオンは常に低濃度に保たれ、冷却水の電気的絶縁性が保たれる。

【0007】 イオン交換樹脂は、冷却水中のイオンを吸着することで使用され、その能力を徐々に失っていく。本発明では、イオン交換器の冷却水の入口と出口に冷却水の電気伝導度を測定するための電気伝導度センサを設け、入口における冷却水の電気伝導度に対して、出口に  
50

おける冷却水の電気伝導度の比率を取ることで、イオン交換樹脂の使用率を算出する。

【0008】請求項2に記載の発明は、燃料電池とラジエータとの間で冷却水を循環させる循環経路と、この循環経路から分岐して前記燃料電池を迂回して前記循環経路に合流するバイパス経路と、前記冷却水中のイオンを吸着するために前記バイパス経路中に設けられたイオン交換器と、前記循環経路に設けられた冷却水循環手段とを有する冷却装置において、この冷却装置は、循環経路中に冷却水の電気伝導度を測定する電気伝導度センサを有しており、前記冷却水の循環開始からの前記電気伝導度の低下速度より前記イオン交換器中に収納されたイオン交換樹脂の使用率を算出することを特徴とする燃料電池の冷却装置である。

【0009】請求項2に記載の発明によれば、燃料電池を冷却するための冷却水を循環させる循環経路に、燃料電池を迂回するバイパス路を設け、このバイパス経路中に、冷却水中のイオンを吸着するためのイオン交換器が設けてある。これにより、ポンプ等の冷却水循環手段により循環経路に冷却水を循環すると、その一部はバイパス経路中のイオン交換器に流通し、イオン交換器中に収納されたイオン交換樹脂により、イオンが吸着されて取り除かれるので、冷却水中のイオンは常に低濃度に保たれ、冷却水の電気的絶縁性が保たれる。

【0010】本発明の冷却装置においては、循環経路中に冷却水の電気伝導度を測定するための電気伝導度センサを有している。燃料電池の始動等により循環経路において冷却水の循環が開始されると、冷却水の一部がイオン交換器を流通するので、冷却水中からイオンが除去され冷却水の電気伝導度が低下していく。

【0011】この電気伝導度の低下速度は、イオン交換樹脂の使用率に大きく依存しており、イオン交換樹脂の使用率が小さい程（残能力が大きい程）低下速度が大きく、イオン交換樹脂の使用率が大きい程（残能力が小さい程）低下速度が小さくなる。

【0012】このことより、循環開始からの冷却水の電気伝導度の低下速度よりイオン交換樹脂の使用率を正確に把握することが可能となる。また、この場合、循環経路中に必要とされる電気伝導度センサは1個でよいので、請求項1に記載の発明に比べ、電気伝導度センサの設置コストを低減することが可能となる。

【0013】請求項3に記載の発明は、前記循環経路中に、前記冷却水の水温を測定する温度センサが設けられており、前記水温により補正して前記使用率を求めることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の燃料電池の冷却装置である。

【0014】請求項3に記載の発明によれば、循環経路中に冷却水の水温を測定する温度センサを設けたので、冷却水の水温を正確に把握することが可能となる。冷却水の電気伝導度は、水温によっても変化し、例えば同濃度

のイオンを含んでいたとしても水温が低ければ電気伝導度は小さくなり、水温が高ければ電気伝導度は大きくなる。本発明の冷却装置においては、冷却水の水温により補正した上でイオン交換樹脂の使用率を求めるので、より正確な使用率を得ることが可能となる。

【0015】請求項4に記載の発明は、前記バイパス経路中に、前記冷却水の前記イオン交換器への流量を測定する流量センサが設けられており、前記流量により補正して前記使用率を求めることを特徴とする請求項1から請求項3の何れか一項に記載の燃料電池の冷却装置である。

【0016】請求項4に記載の発明によれば、バイパス経路中に、イオン交換器への冷却水の流量を測定する流量センサを設けたので、イオン交換器を流通する冷却水の流量を正確に把握することが可能となる。

【0017】請求項4に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明のように、イオン交換器の入口及び出口に電気伝導度センサを設ける場合であっても、請求項2に記載の発明のように、電気伝導度の低下速度を評価する場合であっても、冷却水の電気伝導度はイオン交換器に対する冷却水の流量にも依存していることは明らかである。

【0018】本発明の冷却装置においては、バイパス経路中に設けた流量センサにより、イオン交換器への冷却水の流量を把握し、この流量により補正してイオン交換樹脂の使用率を求めるので、より正確な使用率を得ることが可能となる。

【0019】請求項5に記載の発明は、前記冷却水の前記イオン交換器への流量を、前記冷却水循環手段の出力から推定して、前記電気伝導度を前記流量により補正することを特徴とする請求項1から請求項3の何れか一項に記載の燃料電池の冷却装置である。

【0020】請求項5に記載の発明によれば、循環経路中に設けられたポンプ等の冷却水循環手段の出力、すなわち、循環経路における冷却水の循環流量より、前記イオン交換器への冷却水の流量を推定し、この流量により冷却水の電気伝導度を補正するので、より正確にイオン交換樹脂の使用率を求めることが可能となる。また、この場合、流量センサが不要となるので、請求項4に記載の発明に比べて、流量センサの設置コストを低減することが可能となる。

【0021】請求項6に記載の発明は、前記バイパス経路に前記冷却水の前記イオン交換器への流量を調節する流量調節手段を有し、前記イオン交換樹脂の使用率により、前記流量調節手段を制御して、前記イオン交換器への冷却水の流量を調節することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の燃料電池の冷却装置である。

【0022】請求項6に記載の発明によれば、バイパス経路に流量制御弁等の流量調節手段を設け、イオン交換樹脂の使用率に基づき、この流量調節手段を調節するこ



とで、イオン交換器への冷却水の流量を調節する。これにより、イオン交換樹脂の使用率が小さいときには、イオン交換器に対する冷却水の流量を小さくし、イオン交換樹脂の使用率が大きいときには、イオン交換器に対する冷却水の流量を大きくすることで、イオン交換樹脂の使用率によらず、冷却水中の絶縁性能を維持することが可能となる。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を適宜図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の冷却装置の第1実施形態を示すブロック図であり、図2は、第1実施形態で用いるマップであり、図3は第1実施形態の制御を示すフローチャートである。

【0024】第1実施形態の冷却装置は、燃料電池20とラジエータ30との間に冷却水を循環する、閉じた経路である循環経路1と、この循環経路1の経路内に設けられ、冷却水を所定流量で循環させるためのポンプ2を有している。

【0025】この循環経路1には、燃料電池20の上流に分岐点9が存在する。循環経路1は分岐点9において分岐し、燃料電池20を迂回して、燃料電池20とポンプ2との間に存在する合流点10において、循環経路1に再び合流する。この分岐点9と合流点10との間の燃料電池を迂回する経路をバイパス経路3と称する。

【0026】このバイパス経路3中には、冷却水中のイオンを吸着するためのイオン交換器4と、イオン交換器4の上流（入口側）と下流（出口側）とにそれぞれ設けられた第1電気伝導度センサ5a及び第2電気伝導度センサ5bと、イオン交換器4へ流れる冷却水の流量を測定する流量センサ6と、イオン交換器4へ流れる冷却水の水温を測定するための温度センサ7が存在している。

【0027】また、第1実施形態の冷却装置は、第1及び第2電気伝導度センサ5a、5bにより測定された冷却水の電気伝導度、冷却水の水温及び流量を元にして、イオン交換器4に収納されたイオン交換樹脂の使用率を評価するための制御装置8を有している。この制御装置8は、イオン交換樹脂の使用率が所定値（例えば80%）を超えた場合には、イオン交換器4の交換又はイオン交換樹脂の再生を促すための報知をユーザに対して行う機能も有している。ここで、イオン交換樹脂の使用率とは、イオンを吸着することにより吸着能力を失ったイオン交換樹脂の比率を示し、イオン交換樹脂が新品の時には0%であり、イオンの吸着に伴い増加していく。例えば、使用率が80%とは、イオンの吸着により80%のイオン交換樹脂が能力を失い、イオン交換樹脂の残能力が20%であることを示す。

【0028】本実施の形態においては、冷却水は、ポンプ2により循環力を与えられ、ラジエータ30を流通する過程で所定温度まで冷却され、分岐点9において、一部はバイパス経路3に残部は燃料電池20へと流通す

る。バイパス経路3に流通した冷却水は、温度センサ7により水温が測定され、流量センサ6により流量が測定され、第1電気伝導度センサ5aにより電気伝導度が測定された後に、イオン交換器4へと流通する。

【0029】イオン交換器4中には、イオン交換樹脂が収納されており、冷却水は、イオン交換樹脂と接触することで、含有していたイオンが取り除かれた上でイオン交換器4から放出される。イオン交換器4から放出された冷却水は、第2電気伝導度センサ5bにより電気伝導度が測定され、合流点10において、循環経路1と合流し、再びポンプ2により循環力を与えられ循環経路1中を循環する。

【0030】続いて、制御装置8中で行われる、イオン交換樹脂の使用率の評価について詳述する。本実施の形態においては、イオン交換器4の入口と出口に設けられた第1及び第2電気伝導度センサ5a、5bにより、イオン交換器4を通過した前後における冷却水の電気伝導度を測定する。第1電気伝導度センサ5a（入口）より得られた電気伝導度に対する第2電気伝導度センサ5b（出口）より得られた電気伝導度の比率（電気伝導度（出口）／電気伝導度（入口））は、イオン交換樹脂の使用率に密接に関係している。尚、この比率（電気伝導度（出口）／電気伝導度（入口））を「電気伝導度比率」と称することとする。

【0031】電気伝導度比率は0～1の値を取る数値であり、この値が小さい程、イオン交換樹脂のイオン吸着能力が高いこと、つまり、イオン交換樹脂の使用率が小さいことを示す。逆に、この値が大きい程、イオン交換樹脂のイオン吸着能力が低いこと、つまり、イオン交換樹脂の使用率が大きいことを示す。

【0032】この関係を利用して、制御装置8が内部に記憶するマップ（図2）を参照することにより、電気伝導度比率より、イオン交換樹脂の使用率を求めることが可能となる。

【0033】このマップの一例を図2に示した。マップの縦軸は、電気伝導度比率であり、横軸は、イオン交換樹脂の使用率（%）を表している。図2においては、3本のグラフが描かれているが、これは、イオン交換器4に対する冷却水の流量の大小に対応したものである。つまり、電気伝導度比率は、イオン交換器4に対する冷却水の流量によっても変化し、イオン交換樹脂の使用率が同一であっても、冷却水の流量が多いと、イオン交換樹脂と冷却水との接触時間が短くなるので、十分にイオンの吸着ができなくなり、電気伝導度比率は増加する。このようにイオン交換器4に対する冷却水の流量が異なった場合であってもイオン交換樹脂の正確な使用率を求めるために、マップ（図2）は、流量によって異なるグラフを有している。

【0034】また、冷却水の電気伝導度は、冷却水の水温によっても変化するために、通常の場合、電気伝導度

に対して温度補正係数を乗じる温度補正が必要となる。しかし、本実施の形態の場合には、第1及び第2電気伝導度センサ5a、5bから得られる電気伝導度の比率を算出するため、温度補正係数は、分母と分子とで相殺されるので、電気伝導度の温度補正は必要ない。

【0035】続いて、図3により、本実施の形態の冷却装置の制御フローについて説明する。まず、S11において、温度センサ7により冷却水の水温が、第1及び第2の電気伝導度センサ5a、5bにより、冷却水の電気伝導度（入口）及び電気伝導度（出口）が、流量センサ6によりイオン交換器4に流通する冷却水の流量がそれぞれ読み込まれる。

【0036】続いて、S12において、冷却水の水温により電気伝導度（入口）及び電気伝導度（出口）がそれぞれ補正される。続いて、S13において、電気伝導率比率（電気伝導度（出口）／電気伝導度（入口））が算出される。

【0037】続いて、S14において、マップ（図2）が参照され、イオン交換樹脂の使用率が求められる。

【0038】最後に、S15において、イオン交換樹脂の使用率が所定値以下であるかどうか判断され、所定値を超えている場合（N）には、制御装置8は、ユーザに対して「イオン交換樹脂の使用率が所定値を超えた」旨の報知を行う（S16）。それ以外の場合（Y）には、処理はS11に戻る。

【0039】尚、第1実施形態の冷却装置においては、イオン交換器4に対する冷却水の流量をバイパス経路3に設けた流量センサ6により測定しているが、イオン交換器4に対する冷却水の流量は、冷却水循環手段であるポンプ2に対する出力、つまり循環経路1における冷却水の循環流量から、マップ等を用いて推定することも可能である。このようにすることにより、流量センサ6を用いる必要がなくなり、冷却装置の構成がより単純なものとなる。

【0040】続いて、図4～図7を参照して、本発明の冷却装置の第2実施形態について説明する。尚、図4について図1と同様の構成には同符号を付し、その説明を省略する。第2実施形態の冷却装置は、電気伝導度センサ5が、1個である以外は第1の実施形態と同様の構成を有する。

【0041】つまり、図4を参照すると、第2実施形態の冷却装置は、燃料電池20とラジエータ30との間に冷却水を循環する、閉じた経路である循環経路1と、この循環経路1の経路内に設けられ、冷却水を所定流量で循環させるためのポンプ2を有している。

【0042】この循環経路1中には、冷却水の電気伝導度を測定するための電気伝導度センサ5と、冷却水の水温を測定するための温度センサ7とが設けられている。

【0043】また、循環経路1には、燃料電池20の上流に分岐点9が存在する。循環経路1は分岐点9におい

て分岐し、燃料電池20を迂回して、燃料電池20とポンプ2との間に存在する合流点10において、循環経路1に再び合流する。この分岐点9と合流点10との間の燃料電池を迂回する経路をバイパス経路3と称する。

【0044】このバイパス経路3中には、冷却水中のイオンを吸着するためのイオン交換器4と、イオン交換器4へ流れる冷却水の流量を測定する流量センサ6が存在している。

【0045】また、第2実施形態の冷却装置は、電気伝導度センサ5により測定された冷却水の電気伝導度、冷却水の水温及び流量を元にして、イオン交換器4に収納されたイオン交換樹脂の使用率を評価するための制御装置8を有している。この制御装置8は、イオン交換樹脂の使用率が所定値（例えば80%）を超えた場合には、イオン交換器4の交換又はイオン交換樹脂の再生を促すための報知をユーザに対して行う機能も有している。

【0046】続いて、制御装置8で行われる、イオン交換樹脂の使用率の評価について詳述する。本実施の形態においては、電気伝導度センサ5が一個しか存在していないため、イオン交換樹脂の使用率の評価にあたって、第1実施形態とは異なる測定方法を採用している。

【0047】その測定方法とは、冷却水の循環を開始してから電気伝導度の低下速度の大小より、イオン交換樹脂の使用率を評価するというものである。

【0048】燃料電池システムが停止している間には、循環経路1を構成する部材よりイオンが徐々に冷却水に溶解出し、冷却水の電気伝導度は増加する。燃料電池システムが稼動すると、冷却水が循環経路1を循環し始め、イオン交換器4によりイオンが吸着されるので、冷却水の電気伝導度は徐々に低下していく。

【0049】ところで、イオン交換樹脂の使用率により、冷却水の電気伝導度の低下速度は、異なってくる。つまり、イオン交換樹脂の使用率が高い場合、イオン交換樹脂のイオン吸着能力は小さくなっているため、冷却水の電気伝導度の低下速度は小さくなる。逆に、イオン交換樹脂の使用率が低い場合、イオン交換樹脂のイオン吸着能力は大きいので、冷却水の電気伝導度の低下速度は大きくなる。

【0050】このことを利用して、冷却水の循環開始からの電気伝導度の低下速度よりイオン交換樹脂の利用率を求めることができる。冷却水の電気伝導度の低下速度からイオン交換樹脂の使用率を求める方法には、大きく分けて、（1）マップを用いる方法、（2）繰り返し計算による方法、の2種類が存在する。以下、それぞれの方法について説明する。

【0051】（1）マップを用いる方法

この方法においては、循環開始直後の冷却水の電気伝導度と、循環開始後所定時間経過後の冷却水の電気伝導度とから、電気伝導度の低下速度を算出し、この電気伝導度低下速度を図5に示すようなマップに当てはめること



で、イオン交換樹脂の使用率を求める。尚、このマップ（図5）は、制御装置8中に予め記憶されている。

【0052】図5は、縦軸が、冷却水の電気伝導度低下速度を示し、横軸が、イオン交換樹脂の使用率（%）を示している。マップには3本のグラフが描かれているが、これは、イオン交換器4に対する冷却水の流量の違いに対応するものである。

【0053】また、前記したように、冷却水の電気伝導度は、冷却水の水温によっても変化するので、イオン交換樹脂の使用率をより正確に求めるためには、冷却水の電気伝導度を温度補正することが望ましい。より具体的には、冷却水の水温から一義的に決定される温度補正係数を電気伝導度に乗ずることにより温度補正を行う。

【0054】続いて図6を参照して、この方法の制御フローについて説明する。まず、燃料電池システムが稼動開始直後の冷却水の電気伝導度、冷却水水温、イオン交換器4への冷却水の流量を測定し、制御装置8中に記憶する（S21）。

【0055】続いて、燃料電池システムの稼動開始から所定時間後において、冷却水の電気伝導度、冷却水水温、イオン交換器4への冷却水の流量を測定し、制御装置8中に記憶する（S22）。続いて、S21及びS22で得られたイオン交換器4への冷却水の流量より、所定時間中における冷却水の平均流量を求める（S23）。続いて、S21及びS22で得られた冷却水の水温により、電気伝導度の補正を行う（S24）。

【0056】続いて、温度補正された冷却水の電気伝導度から、所定時間中における電気伝導度の低下速度を求める（S25）。続いて、S23で求められた冷却水の平均流量及びS25で求められた電気伝導度の低下速度をマップ（図5）に当てはめることにより、イオン交換樹脂の使用率を算出する（S26）。

【0057】最後に、イオン交換樹脂の使用率が所定値以下であるかどうか判断され（S27）、所定値を超えている場合（N）には、制御装置8は、ユーザに対して「イオン交換樹脂の使用率が所定値を超えた」旨の報知を行い（S28）、処理は終了する。

【0058】（2）繰り返し計算による方法

この方法は、イオン交換器4への冷却水の流量とイオン交換樹脂の使用率が予め知れていれば、循環開始直後の冷却水の電気伝導度を初期値として、所定時間後の冷却水の電気伝導度を計算により求めることができることを利用するものである。

【0059】つまり、イオン交換樹脂の使用率と冷却水のイオン交換器4への流量が知れていれば、イオン交換器4を通過した前後における冷却水の電気伝導度の低下率が一義的に定まるので、所定時間内にイオン交換器4に流通した冷却水の総流通量より、所定時間後における冷却水の電気伝導度を求めることが可能となる。

【0060】このことを利用して、イオン交換器4に対

する冷却水の流量として実測値を与え、循環開始直後の冷却水の電気伝導度を初期値として与え、イオン交換樹脂の使用率を変数として徐々に変化させながら、所定時間後における冷却水の電気伝導度を計算する。すると、所定時間後の電気伝導度の計算値は、変数であるイオン交換樹脂の使用率がある値となったところで、実測された所定時間後の電気伝導率と一致するが、この際に変数として計算に用いられたイオン交換樹脂の使用率を実際のイオン交換樹脂の使用率とする。なお、この方法においても、前記したように、冷却水の電気伝導度を温度補正することが望ましい。

【0061】続いて、図7を参照して、この方法の制御フローについて説明する。S31～S34までのフローは図6におけるS21～S24までと同一であるのでその説明を省略する。

【0062】S35において、所定時間後における冷却水の電気伝導度を計算するために、イオン交換樹脂仮定使用率を0（%）と設定する。続いて、S36において、S33から求められた、所定時間内におけるイオン交換器4に対する冷却水の平均流量、S31で求められた冷却水の燃料電池システム稼動直後における電気伝導度の初期値、及び、S35により仮定されたイオン交換樹脂仮定使用率に基づいて、システム稼動から所定時間後における冷却水の電気伝導度を算出する。

【0063】続いて、S37において、S36で算出された電気伝導度（計算値）とS32で求められたシステム稼動から所定時間後における冷却水の電気伝導度（実測値）とを比較する。S37において、電気伝導度（計算値）≠電気伝導度（実測値）の場合（N）には、イオン交換樹脂仮定使用率を定数Aだけ増加して（S38）、処理は、S36に戻り、再び電気伝導度（計算値）の算出が行われる。

【0064】それに対し、S37において、電気伝導度（計算値）＝電気伝導度（実測値）となった場合（Y）には、処理はS39に移行し、S39において、イオン交換樹脂使用率が、S36において計算に用いられたイオン交換樹脂仮定使用率と等しいとされる。

【0065】続いて、S40において、イオン交換樹脂使用率が所定値を超えているかどうか判断され、所定値を超えている場合（N）には、S41において、制御装置8は、ユーザに対して「イオン交換樹脂の使用率が所定値を超えた」旨の報知を行い、処理は終了する。

【0066】以上、本発明の冷却装置の第2実施形態について説明したが、第2実施形態においては、電気伝導度センサ5を一個しか必要としないので、第1実施形態に比較して、電気伝導度センサの設置コストを低減することが可能となる。

【0067】また、第2実施形態の冷却装置においては、イオン交換器4に対する冷却水の流量をバイパス経路3に設けた流量センサ6により測定しているが、イオ

ン交換器4に対する冷却水の流量は、冷却水循環手段であるポンプ2に対する出力、つまり循環経路1における冷却水の循環流量から、マップ等を用いて推定することも可能である。このようにすることにより、流量センサ6を用いる必要がなくなり、冷却装置の構成がより単純なものとなる。

【0068】続いて、図8を用いて本発明の冷却装置の第3実施形態について説明する。尚、図8において図4と同様の構成には同符号を付し、その説明を省略する。第3実施形態の冷却装置は、バイパス経路3中に流量制御弁11が設けられている以外は、第2実施形態（図4）と同様である。

【0069】つまり、図8を参照すると、第2実施形態の冷却装置は、燃料電池20とラジエータ30との間に冷却水を循環する、閉じた経路である循環経路1と、この循環経路1の経路内に設けられ、冷却水を所定流量で循環させるためのポンプ2を有している。

【0070】この循環経路1中には、冷却水の電気伝導度を測定するための電気伝導度センサ5と、冷却水の水温を測定するための温度センサ7とが設けられている。また、循環経路1には、燃料電池20の上流に分岐点9が存在する。循環経路1は分岐点9において分岐し、燃料電池20を迂回して、燃料電池20とポンプ2との間に存在する合流点10において、循環経路1に再び合流する。この分岐点9と合流点10との間の燃料電池を迂回する経路をバイパス経路3と称する。

【0071】このバイパス経路3中には、冷却水中のイオンを吸着するためのイオン交換器4と、イオン交換器4へ流れる冷却水の流量を測定する流量センサ6と、イオン交換器4に流れる冷却水の流量を調整する流量制御弁11とが存在している。

【0072】また、第3実施形態の冷却装置は、電気伝導度センサ5により測定された冷却水の電気伝導度、冷却水の水温及び流量を元にして、イオン交換器4に収納されたイオン交換樹脂の使用率を評価するための制御装置8を有している。この制御装置8は、イオン交換樹脂の使用率が所定値（例えば80%）を超えた場合には、イオン交換器4の交換又はイオン交換樹脂の再生を促すための報知をユーザに対して行う機能、及び、イオン交換樹脂の使用率により、流量制御弁11の開度を調整し、イオン交換器4に対する冷却水の流量を調整する機能を有している。

【0073】本実施の形態においては、イオン交換樹脂の使用率に基づいて、制御装置8が流量制御弁11の開度を制御して、イオン交換器4に対する冷却水の流量を調節することができる。これにより、イオン交換樹脂の使用率によらず、常に適切な量の冷却水をイオン交換器4に対して流通することができる。

【0074】この冷却水の流量制御について詳述する。本発明の冷却装置においては、冷却水中のイオンの濃度

が所定値を超えないように、冷却水の一部をイオン交換器4に流通させる。

【0075】イオン交換樹脂の使用率が低い場合には、イオン交換樹脂のイオン吸着能力が高いため、単位体積あたりの冷却水から多くのイオンを吸着することができる。よって、イオン交換器4に対する冷却水の流量が少なくとも、イオン交換器4を通過した冷却水の電気伝導度は十分に低下しているため、結果として循環経路1を循環する冷却水の電気伝導度は低く保たれる。

【0076】それに対して、イオン交換樹脂の使用率が大きくなると、イオン交換樹脂のイオン吸着能力が低くなり、単位体積あたりの冷却水からイオン交換樹脂に吸着されるイオンの量は少なくなる。よって、循環経路1中を循環する冷却水の電気伝導度を低く保つためには、イオン交換器4に対する冷却水の流量を増加することが必要となる。

【0077】制御装置8は、前記した図6のS26又は図7のS39のステップにおいてイオン交換樹脂の使用率を算出したならば、その使用率に基づき、条件判断を行い（図6：S27、図7：S40）、使用率が所定値よりも低い時には（Y）、バイパス経路3中に設けられた流量制御弁11を制御してイオン交換器4に対する冷却水の流量を少なくし、使用率が所定値以上のときには（N）、流量制御弁11を制御してイオン交換器4に対する冷却水の流量を大きくする。これにより、イオン交換樹脂の使用率によらず、循環経路1を循環する冷却水の電気伝導度を低く保つことができる。

【0078】

【発明の効果】本発明は、次のような顕著な効果を奏する。本発明の冷却装置は、イオン交換器の入口と出口とに電気伝導度センサを設け、これらの電気伝導度センサにより測定される冷却水の電気伝導度の比率を基にして、イオン交換樹脂の使用率を算出するので、イオン交換樹脂の使用率を常に正確に把握することができる（請求項1）。

【0079】本発明の冷却装置は、循環経路中に設けられた1個の電気伝導度センサを用い、冷却水の循環開始からの電気伝導度の低下速度よりイオン交換樹脂の使用率を算出するので、イオン交換樹脂の使用率を常に正確に把握することができる。また、請求項1に記載の発明にくらべて、電気伝導度センサの個数を減少することができるので、電気伝導度センサの設置コストを低減できる（請求項2）。

【0080】本発明の冷却装置は、循環経路中に、冷却水の水温を測定する温度センサを有しているため、冷却水の電気伝導度を温度補正することができ、温度補正した上でイオン交換樹脂の使用率を求めることで、より正確にイオン交換樹脂の使用率を把握することが可能となる（請求項3）。

【0081】本発明の冷却装置は、バイパス経路中に、



イオン交換器に対する冷却水の流量を測定する流量センサを設けたので、冷却水の電気伝導度を流量により補正することができ、さらに正確にイオン交換樹脂の使用率を把握することが可能となる（請求項4）。

【0082】本発明の冷却装置は、イオン交換器に対する冷却水の流量を循環経路に存在し、冷却水を循環させるためのポンプの出力より推定するので、バイパス経路に流量計を設置する必要がなくなり、コストを低減することが可能となる（請求項5）。

【0083】本発明の冷却装置は、イオン交換樹脂の使用率に基づき、イオン交換器に対する冷却水の流量を制御するので、イオン交換樹脂の使用率によらず、常に適切な量の冷却水をイオン交換器に流通することが可能となる（請求項6）。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態で用いるマップである。

【図3】第1実施形態の制御を示すフローチャートである。

【図4】第2実施形態を示すブロック図である。

【図5】第2実施形態で用いるマップである。

【図6】第2実施形態の制御を示すフローチャートである。

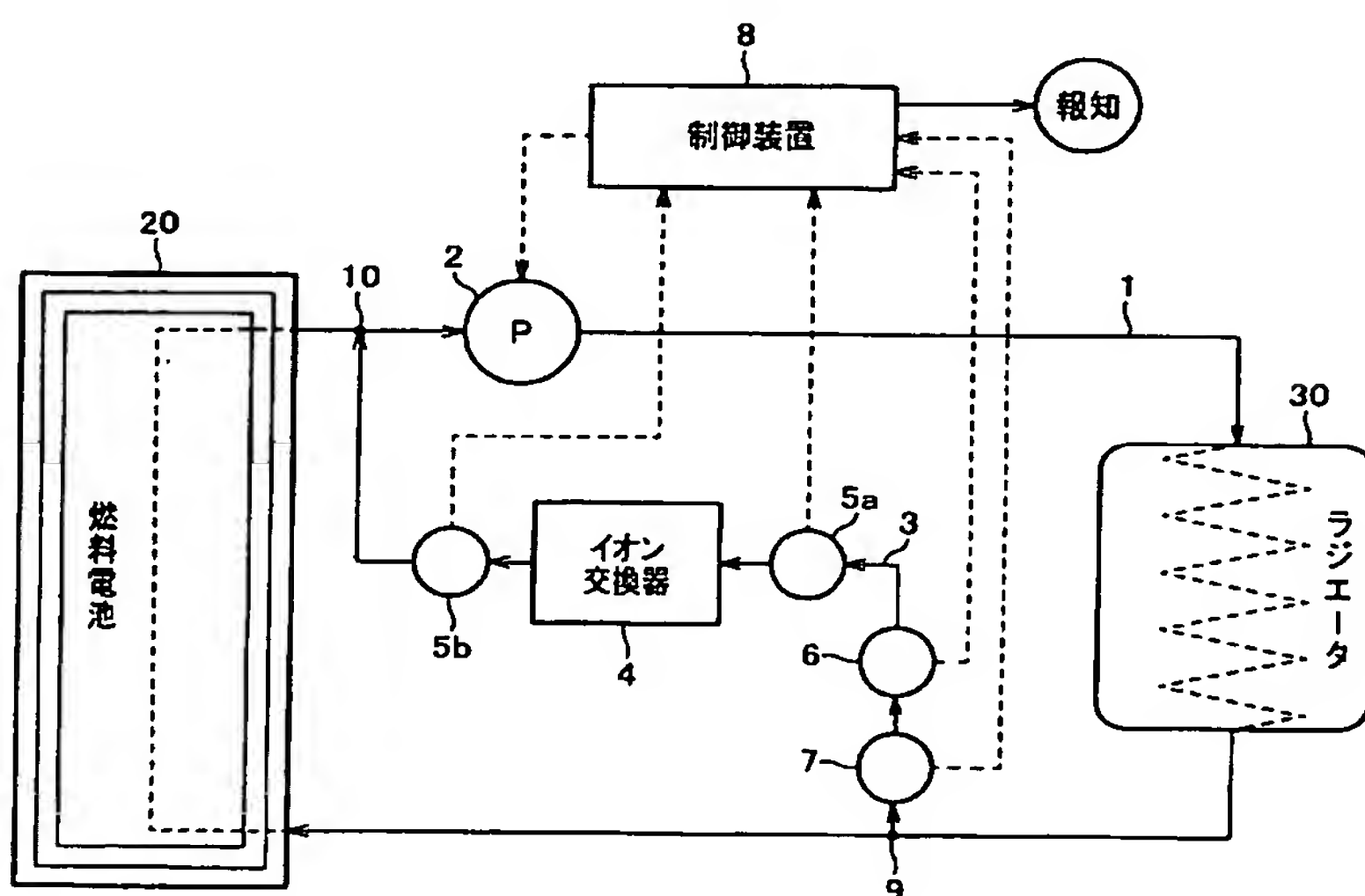
【図7】第2実施形態の制御を示すフローチャートである。

【図8】第3実施形態のブロック図である。

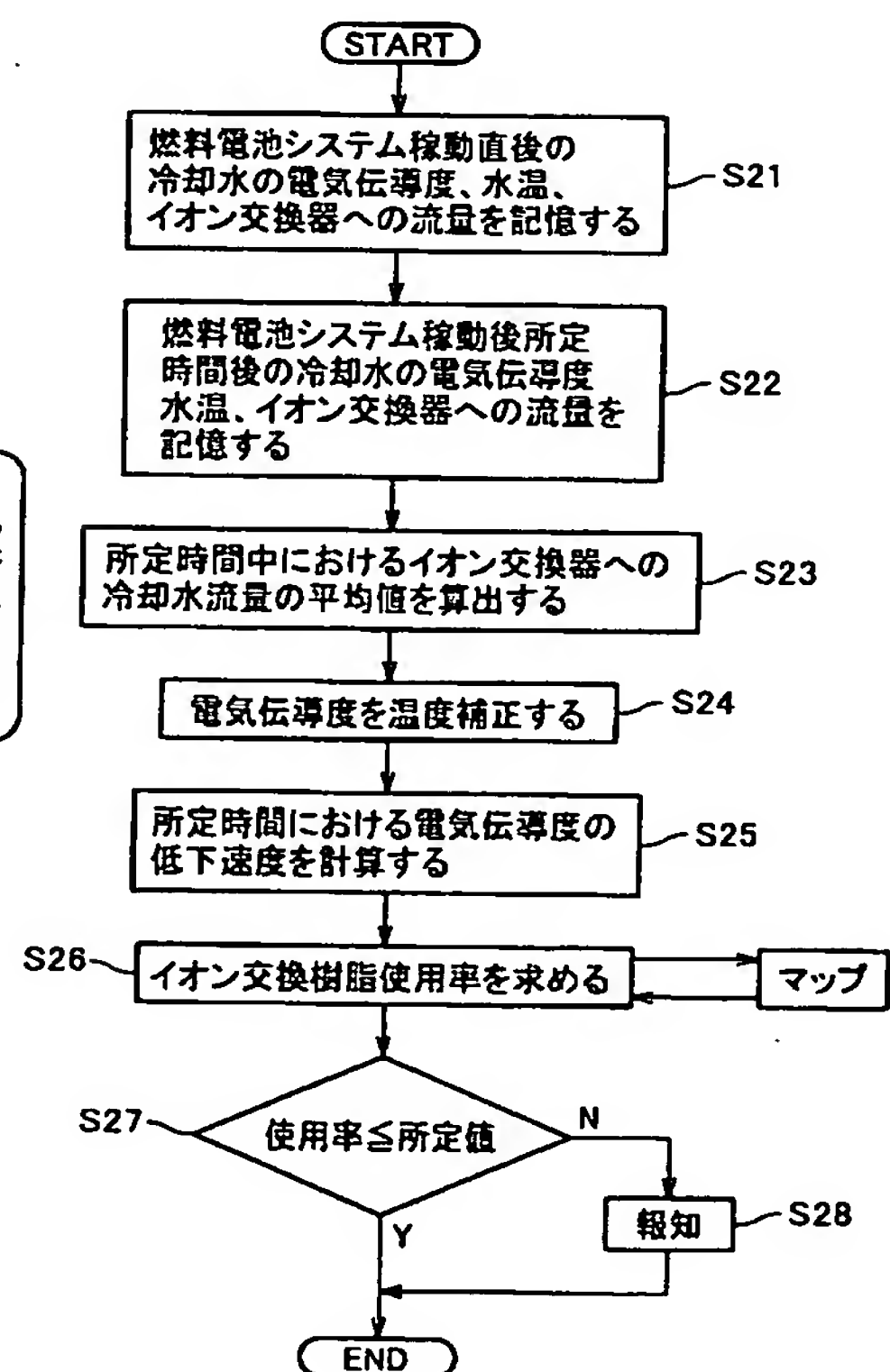
#### 【符号の説明】

- 1 循環経路
- 2 ポンプ
- 3 バイパス経路
- 4 イオン交換器
- 5, 5a, 5b 電気伝導度センサ
- 6 流量センサ
- 7 温度センサ
- 8 制御装置
- 9 分岐点
- 10 合流点
- 11 流量制御弁
- 20 燃料電池
- 30 ラジエータ

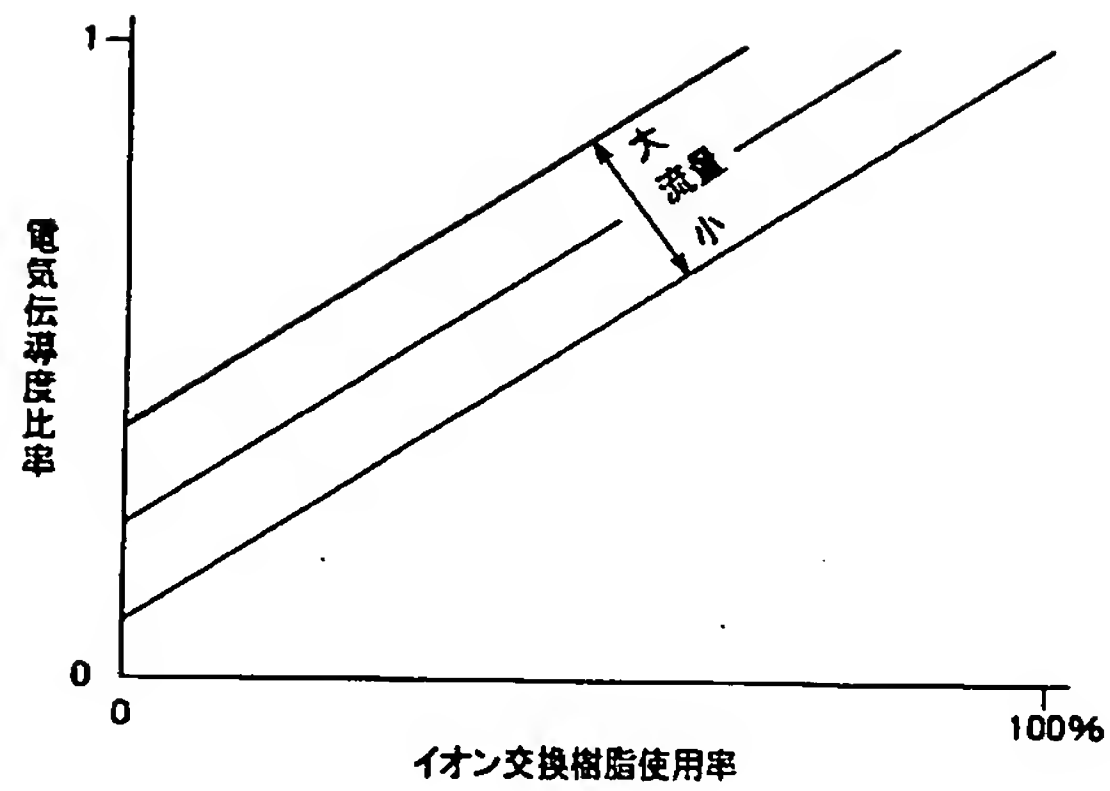
【図1】



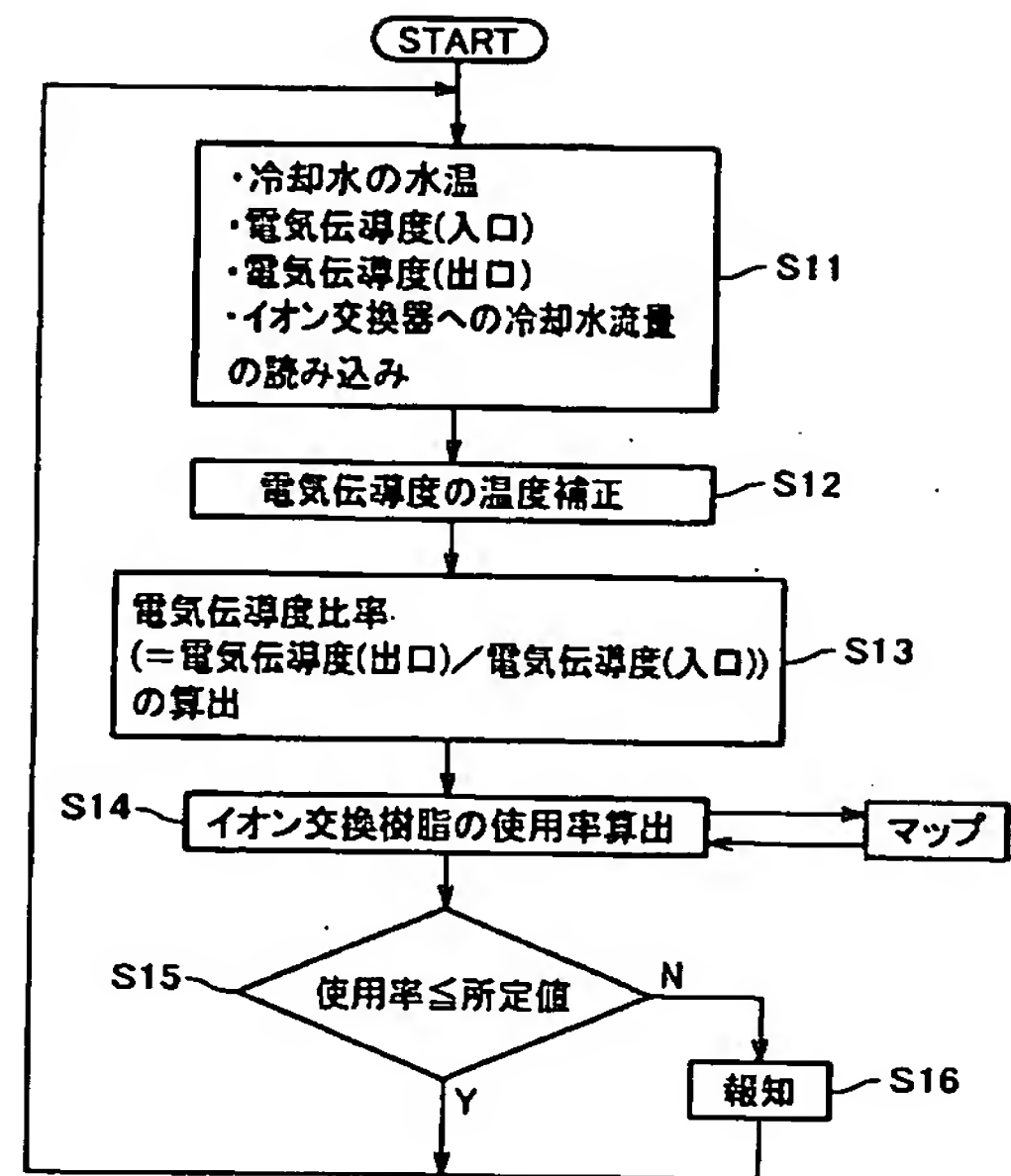
【図6】



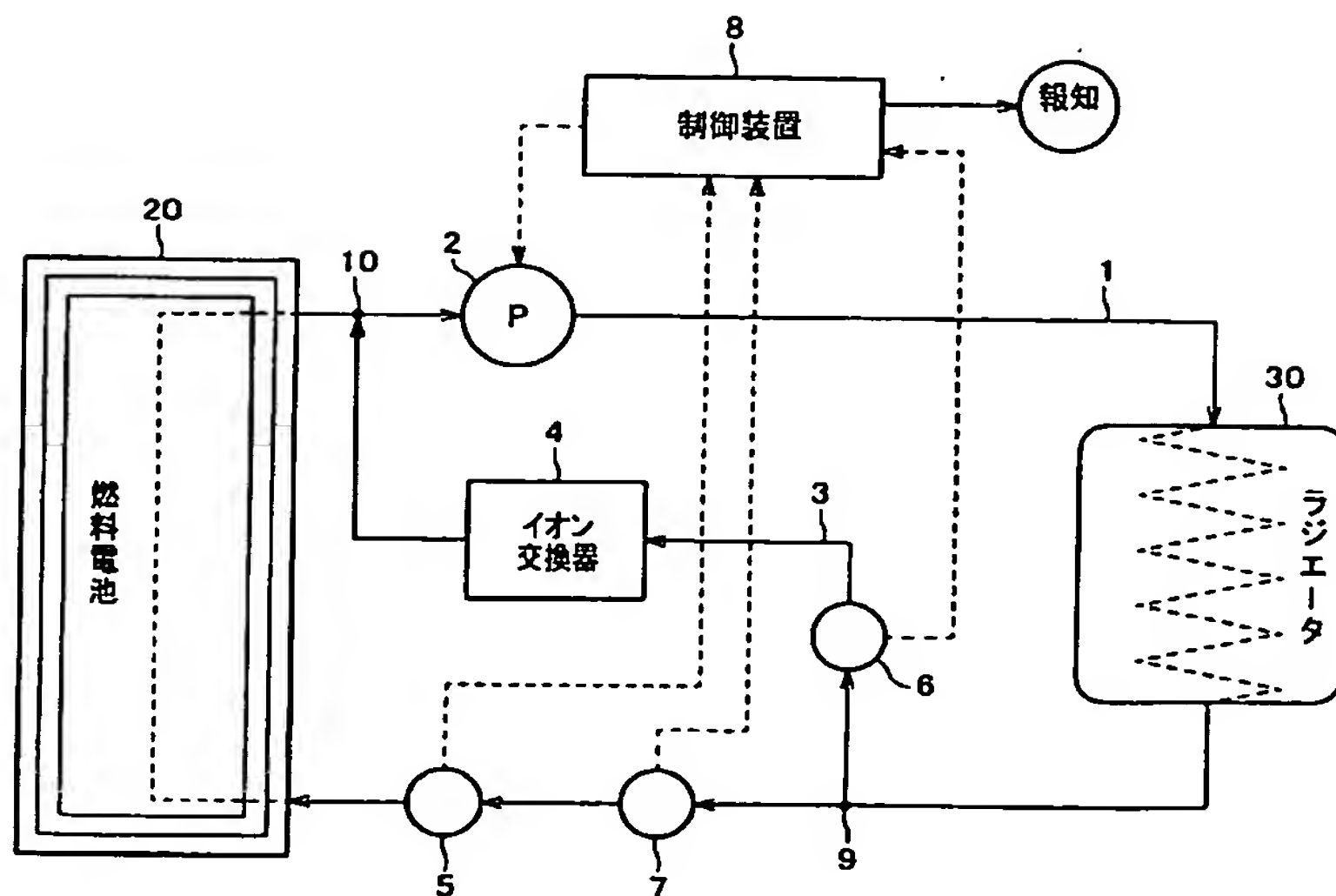
【図2】



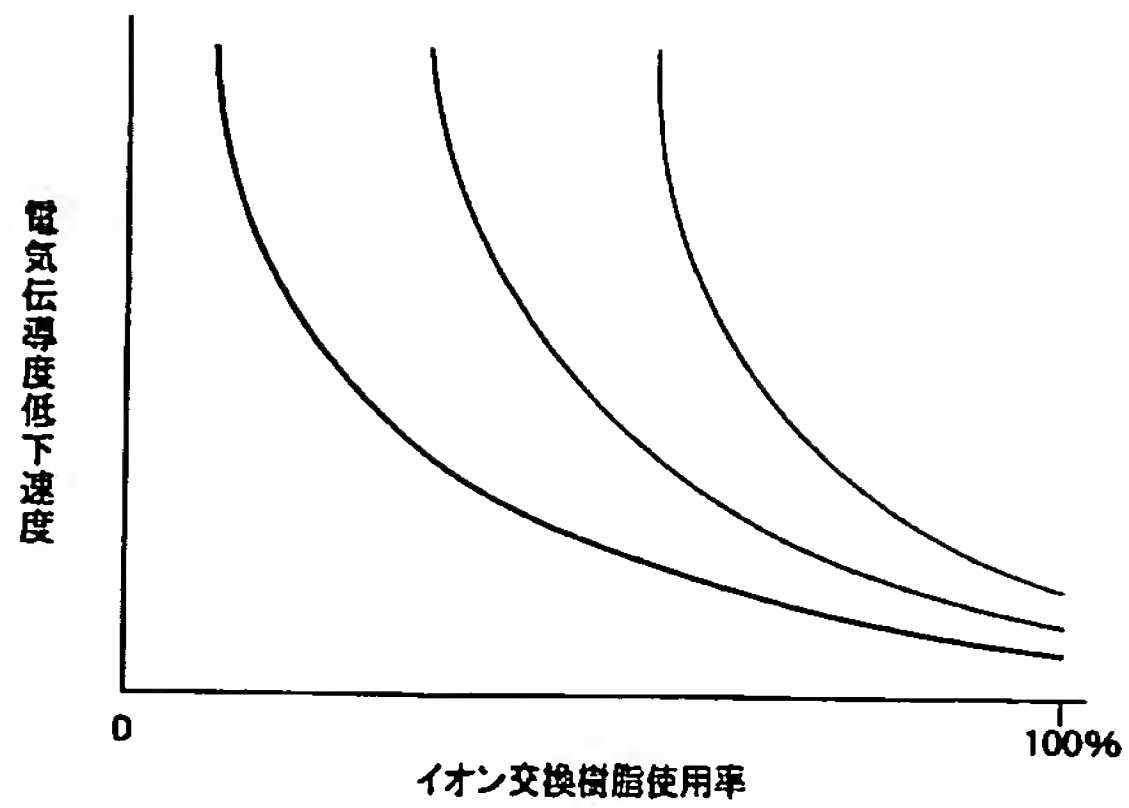
【図3】



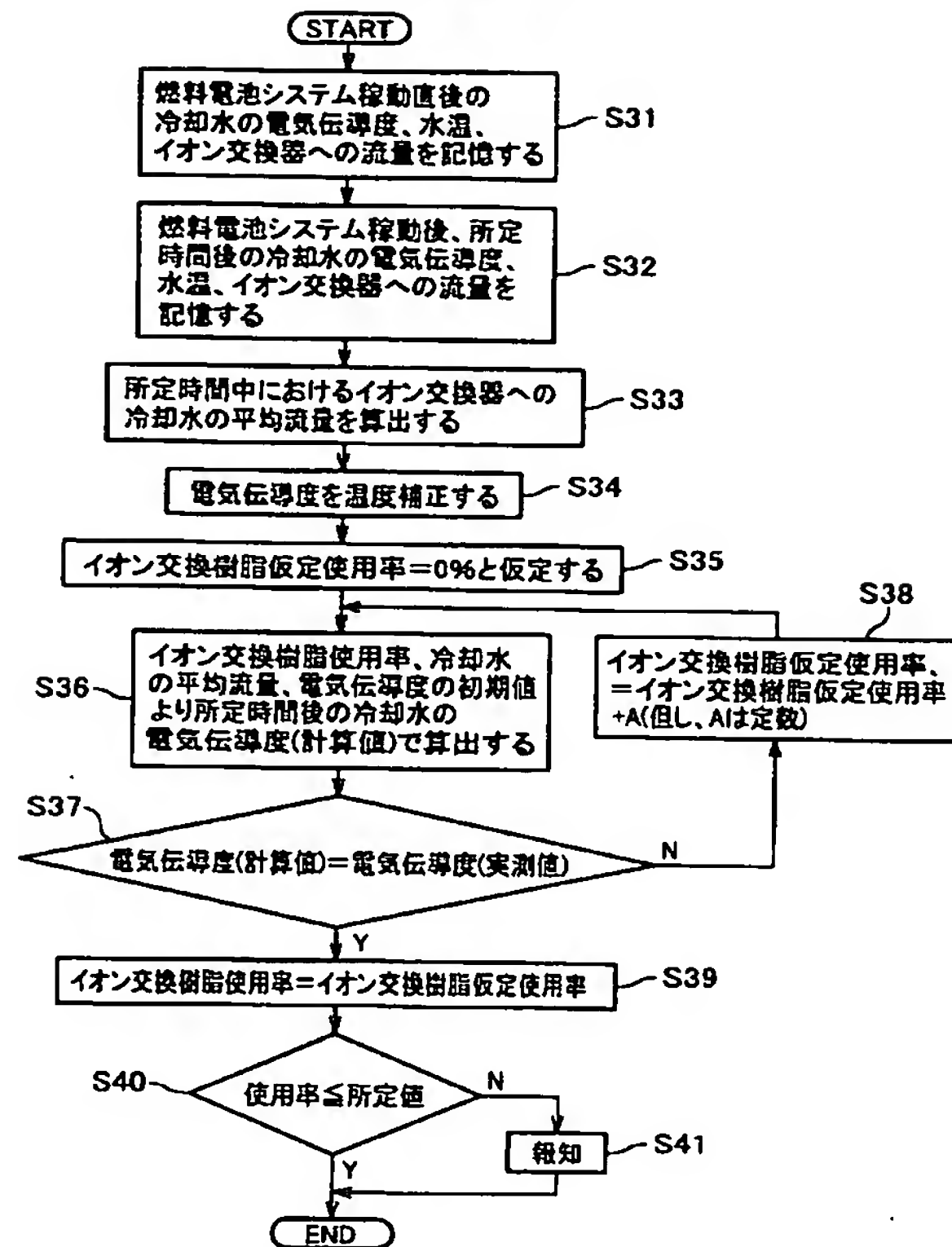
【図4】



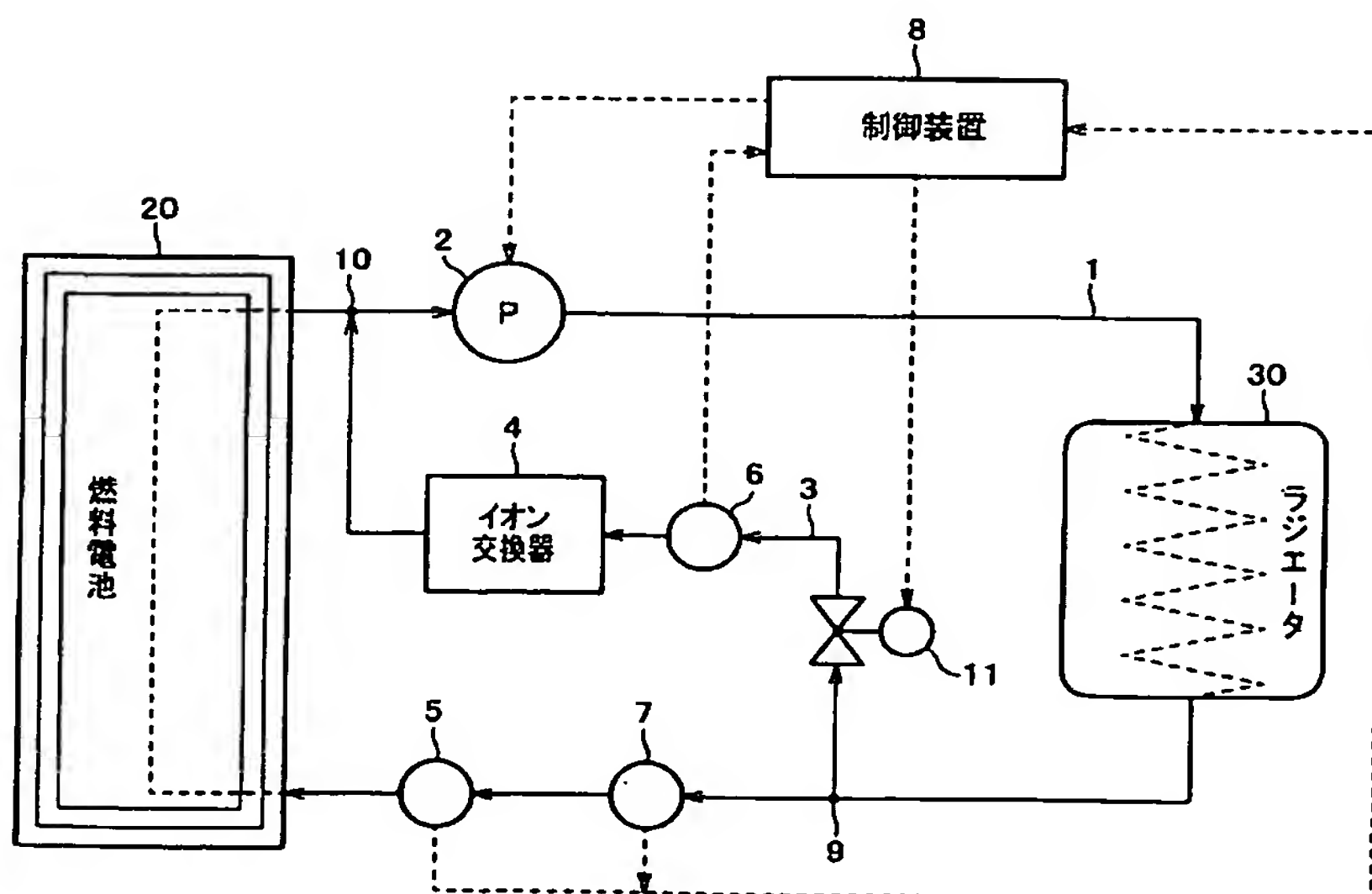
【図5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 下山 義郎  
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会  
社本田技術研究所内

F ターム(参考) 5H027 AA02 KK31 MM16